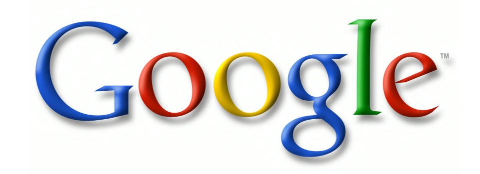
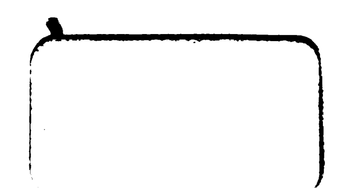




Sitzungsberichte

Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin. ...


HARVARDIANAE IN NOV ANG
SIGILLVM ACADEMIAE
VE RI TAS
CHRISTO ET ECCLESIAE



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1899.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS JUNI.

STÜCK I—XXXII MIT FÜNF TAFELN
UND DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER AM 1. JANUAR 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.



INHALT.

Inhalt.

SITZUNGSBERICHTE

DER



KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

I. II.

12. Januar 1899.

MIT DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER DER AKADEMIE
AM 1. JANUAR 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.



VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1899.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königl. Bestätigung
Hr. *Auwers*	phys.-math. Classe	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.
- *Diels*	phil.-hist. -	1895 Nov. 27.
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Heinrich Kiepert*	1853 Juli 25.
Hr. *Karl Friedr. Rammelsberg*		1855 Aug. 15.
	- *Albrecht Weber*	1857 Aug. 24.
	- *Theodor Mommsen*	1858 April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860 März 7.
- *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
- *Rudolf Virchow*		1873 Dec. 22.
	- *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875 Juni 14.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.

Ordentliche Mitglieder

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Alfred Pernice*	1884 April 9.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
	- *Johannes Schmidt*	1884 April 9.
Hr. *Lazarus Fuchs*		1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
- *Wilhelm von Bezold*		1886 April 5.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.
- *Karl Klein*		1887 April 6.
- *Karl Möbius*		1888 April 30.
	- *Ernst Dümmler*	1888 Dec. 19.
	- *Ulrich Köhler*	1888 Dec. 19.
	- *Karl Weinhold*	1889 Juli 25.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Karl Vogel*		1892 März 30.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6.
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17.
- *Max Planck*		1894 Juni 11.
	- *Karl Stumpf*	1895 Febr. 18.
	- *Erich Schmidt*	1895 Febr. 18.
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18.
- *Friedrich Kohlrausch*		1895 Aug. 13.
- *Emil Warburg*		1895 Aug. 13.
- *Jakob Heinrich van't Hoff*		1896 Febr. 26.
	- *Reinhold Koser*	1896 Juli 12.
	- *Max Lenz*	1896 Dec. 14.
- *Theodor Wilhelm Engelmann*		1898 Febr. 14.
	- *Reinhard Kekule von Stradonitz*	1898 Juni 9.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. VII.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Robert Bunsen* in Heidelberg		1862 März 3.
- *Charles Hermite* in Paris		1884 Jan. 2.
	Hr. *Otto von Böhtlingk* in Leipzig	1885 Nov. 30.
- *Albert von Koelliker* in Würzburg		1892 März 16.
	- *Eduard Zeller* in Stuttgart	1895 Jan. 14.
- *Max von Pettenkofer* in München		1898 April 4.

IV. EHREN-MITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung
Earl *of Crawford and Balcarres* in Dunecht, Aberdeen	1883 Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24.
- *Ludwig Boltzmann* in Wien	1888 Juni 29.
Se. Majestät *Oskar II.*, König von Schweden und Norwegen	1897 Sept. 14.

V. CORRESPONDIRENDE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe.

		Datum der Wahl		
Hr.	*Ernst Abbe* in Jena	1896	Oct.	29.
-	*Alexander Agassiz* in Cambridge, Mass.	1895	Juli	18.
-	*Adolf von Baeyer* in München	1884	Jan.	17.
-	*Friedrich Beilstein* in St. Petersburg	1888	Dec.	6.
-	*Eugenio Beltrami* in Rom	1881	Jan.	6.
-	*Eduard van Beneden* in Lüttich	1887	Nov.	3.
-	*Otto Bütschli* in Heidelberg	1897	März	11.
-	*Stanislao Cannizzaro* in Rom	1888	Dec.	6.
-	*Elwin Bruno Christoffel* in Strassburg	1868	April	2.
-	*Alfonso Cossa* in Turin	1895	Juni	13.
-	*Luigi Cremona* in Rom	1886	Juli	15.
-	*Gaston Darboux* in Paris	1897	Febr.	11.
-	*Richard Dedekind* in Braunschweig	1880	März	11.
-	*Ernst Ehlers* in Göttingen	1897	Jan.	21.
-	*Adolf Fick* in Würzburg	1898	Febr.	24.
-	*Rudolf Fittig* in Strassburg	1896	Oct.	29.
-	*Walter Flemming* in Kiel	1893	Juni	1.
Sir	*Edward Frankland* in Reigate, Surrey	1875	Nov.	18.
Hr.	*Karl Gegenbaur* in Heidelberg	1884	Jan.	17.
Sir	*Archibald Geikie* in London	1889	Febr.	21.
Hr.	*Wolcott Gibbs* in Newport, R. I.	1885	Jan.	29.
-	*David Gill*, Kgl. Sternwarte am Cap der Guten Hoffnung	1890	Juni	5.
-	*Julius Hann* in Graz	1889	Febr.	21.
-	*Franz von Hauer* in Wien	1881	März	3.
-	*Victor Hensen* in Kiel	1898	Febr.	24.
-	*Richard Hertwig* in München	1898	April	28.
-	*Wilhelm His* in Leipzig	1893	Juni	1.
-	*Wilhelm Hittorf* in Münster	1884	Juli	31.
Sir	*Joseph Dalton Hooker* in Sunningdale	1854	Juni	1.
-	*William Huggins* in London	1895	Dec.	12.
Lord	*Kelvin* in Glasgow	1871	Juli	13.
Hr.	*Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893	Mai	4.
-	*Willy Kühne* in Heidelberg	1898	Febr.	24.
-	*Karl von Kupffer* in München	1896	April	30.
-	*Auguste-Michel Lévy* in Paris	1898	Juli	28.
-	*Franz von Leydig* in Rothenburg o. d. T.	1887	Jan.	20.
-	*Gustaf Lindström* in Stockholm	1898	Juli	28.
-	*Rudolf Lipschitz* in Bonn	1872	April	18.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Moritz Loewy* in Paris	1895 Dec. 12.
- *Hubert Ludwig* in Bonn	1898 Juli 14.
- *Éleuthère Mascart* in Paris	1895 Juli 18.
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893 Mai 4.
- *Georg Neumayer* in Hamburg	1896 Febr. 27.
- *Simon Newcomb* in Washington	1883 Juni 7.
- *Max Noether* in Erlangen	1896 Jan. 30.
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889 Dec. 19.
- *Eduard Pflüger* in Bonn	1873 April 3.
- *Émile Picard* in Paris	1898 Febr. 24.
- *Henri Poincaré* in Paris	1896 Jan. 30.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879 März 13.
- *William Ramsay* in London	1896 Oct. 29.
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex	1896 Oct. 29.
Hr. *Friedrich von Recklinghausen* in Strassburg	1885 Febr. 26.
- *Gustaf Retzius* in Stockholm	1893 Juni 1.
- *Ferdinand* Freiherr *von Richthofen* in Berlin	1881 März 3.
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in Würzburg	1896 März 12.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887 Oct. 20.
- *George Salmon* in Dublin	1873 Juni 12.
- *Georg Ossian Sars* in Christiania	1898 Febr. 24.
- *Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand	1879 Oct. 23.
Sir *George Gabriel Stokes* in Cambridge	1859 April 7.
Hr. *Eduard Strasburger* in Bonn	1889 Dec. 19.
- *Otto von Struve* in Karlsruhe	1868 April 2.
- *August Toepler* in Dresden	1879 März 13.
- *Gustav Tschermak* in Wien	1881 März 3.
Sir *William Turner* in Edinburgh	1898 März 10.
Hr. *Karl von Voit* in München	1898 Febr. 24.
- *Heinrich Weber* in Strassburg	1896 Jan. 30.
- *August Weismann* in Freiburg i. B.	1897 März 11.
- *Gustav Wiedemann* in Leipzig	1879 März 13.
- *Heinrich Wild* in Zürich	1881 Jan. 6.
- *Alexander William Williamson* in High Pitfold, Haslemere	1875 Nov. 18.
- *Johannes Wislicenus* in Leipzig	1896 Oct. 29.
- *Adolf Wüllner* in Aachen	1889 März 7.
- *Ferdinand Zirkel* in Leipzig	1887 Oct. 20.
- *Karl Alfred von Zittel* in München	1895 Juni 13.

Philosophisch-historische Classe.

Hr. *Wilhelm Ahlwardt* in Greifswald	1888 Febr. 2.
- *Graziadio Isaia Ascoli* in Mailand	1887 März 10.
- *Theodor Aufrecht* in Bonn	1864 Febr. 11.

Philosophisch-historische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897 Juli 29.
- *Otto Benndorf* in Wien	1893 Nov. 30.
- *Franz Bücheler* in Bonn	1882 Juni 15.
- *Ingram Bywater* in Oxford	1887 Nov. 17.
- *Antonio Maria Ceriani* in Mailand	1869 Nov. 4.
- *Karl Adolf von Cornelius* in München	1897 Oct. 28.
- *Edward Byles Cowell* in Cambridge	1893 April 20.
- *Léopold Delisle* in Paris	1867 April 11.
- *Heinrich Denifle* in Rom	1890 Dec. 18.
- *Wilhelm Dittenberger* in Halle	1882 Juni 15.
- *Louis Duchesne* in Rom	1893 Juli 20.
- *Bernhard Erdmannsdörffer* in Heidelberg	1897 Oct. 28.
- *Julius Ficker* Ritter *von Feldhaus* in Innsbruck	1893 Juli 20.
- *Kuno Fischer* in Heidelberg	1885 Jan. 29.
- *Paul Foucart* in Paris	1884 Juli 17.
- *Karl Immanuel Gerhardt* in Halle a. S.	1861 Jan. 31.
- *Theodor Gomperz* in Wien	1893 Oct. 19.
- *Wilhelm von Hartel* in Wien	1893 Oct. 19.
- *Karl von Hegel* in Erlangen	1876 April 6.
- *Johann Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896 März 12.
- *Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893 Febr. 2.
- *Hermann von Holst* in Chicago	1889 Juli 25.
- *Théophile Homolle* in Athen	1887 Nov. 17.
- *Vatroslav Jagić* in Wien	1880 Dec. 16.
- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1879 Juni 19.
- *Ferdinand Justi* in Marburg	1898 Juli 14.
- *Karl Justi* in Bonn	1893 Nov. 30.
- *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1887 Nov. 17.
- *Georg Kaibel* in Göttingen	1891 Juni 4.
- *Franz Kielhorn* in Göttingen	1880 Dec. 16.
- *Georg Friedrich Knapp* in Strassburg	1893 Dec. 14.
- *Sigismund Wilhelm Kölle* in London	1855 Mai 10.
- *Stephanos Kumanudes* in Athen	1870 Nov. 3.
- *Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891 Juni 4.
- *Giacomo Lumbroso* in Rom	1874 Nov. 12.
- *Gaston Maspero* in Paris	1897 Juli 15.
- *Konrad von Maurer* in München	1889 Juli 25.
- *Adolf Michaelis* in Strassburg	1888 Juni 21.
- *Max Müller* in Oxford	1865 Jan. 12.
- *Theodor Nöldeke* in Strassburg	1878 Febr. 14.
- *Julius Oppert* in Paris	1862 März 13.
- *Gaston Paris* in Paris	1882 April 20.
- *Georges Perrot* in Paris	1884 Juli 17.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl		
Hr.	*Wilhelm Pertsch* in Gotha	1888	Febr.	2.
-	*Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895	Jan.	10.
-	*Félix Ravaisson* in Paris	1847	Juni	10.
-	*Emil Schürer* in Göttingen	1893	Juli	20.
-	*Theodor von Sickel* in Rom	1876	April	6.
-	*Christoph von Sigwart* in Tübingen	1885	Jan.	29.
-	*Friedrich von Spiegel* in München	1862	März	13.
-	*William Stubbs* in Oxford	1882	März	30.
Sir	*Edward Maunde Thompson* in London	1895	Mai	2.
Hr.	*Hermann Usener* in Bonn	1891	Juni	4.
-	*Girolamo Vitelli* in Florenz	1897	Juli	15.
-	*Kurt Wachsmuth* in Leipzig	1891	Juni	4.
-	*Heinrich Weil* in Paris	1896	März	12.
-	*Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff* in Westend, Berlin	1891	Juni	4.
-	*Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891	Juni	4.
-	*Ferdinand Wüstenfeld* in Hannover	1879	Febr.	27.
-	*Karl Zangemeister* in Heidelberg	1887	Febr.	10.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER.

Hr. Dr. *Auwers,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lindenstr. 91. SW.
- - *von Bezold,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lützowstr. 72. W.
- - *Brunner,* Prof., Geh. Justiz-Rath, Lutherstr. 36. W.
- - *Conze,* Professor, Villen-Colonie Grunewald, Wangenheimstr. 17.
- - *Diels,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Magdeburgerstr. 20. W.
- - *Dilthey,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Burggrafenstr. 4. W.
- - *Dümmler,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Königin Augusta-Str. 53. W.
- - *Engelmann,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Neue Wilhelmstr. 15. NW.
- - *Engler,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Motzstr. 89. W.
- - *Erman,* Professor, Südende, Bahnstr. 21.
- - *Fischer,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Dorotheenstr. 10. NW.
- - *Frobenius,* Professor, Charlottenburg, Leibnizstr. 70.
- - *Fuchs,* Professor, Rankestr. 14. W.
- - *Harnack,* Professor, Fasanenstr. 43. W.
- - *Hertwig,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Maassenstr. 34. W.
- - *Hirschfeld,* Professor, Charlottenburg, Carmerstr. 3.
- - *van't Hoff,* Professor, Charlottenburg, Uhlandstr. 2.

Hr. Dr. *Kekule von Stradonitz,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Nürnbergerstr. 65. W.
- - *Kiepert,* Professor, Lindenstr. 11. SW.
- - *Kirchhoff,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 23. W.
- - *Klein,* Prof., Geh. Bergrath, Am Karlsbad 2. W.
- - *Köhler,* Professor, Königin Augusta-Str. 42. W.
- - *Kohlrausch,* Professor, Charlottenburg, Marchstr. 25[b].
- - *Koser,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Charlottenburg, Hardenbergstr. 20.
- - *Landolt,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Albrechtstr. 14. NW.
- - *Lenz,* Professor, Augsburgerstr. 52. W.
- - *Möbius,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Sigismundstr. 8. W.
- - *Mommsen,* Professor, Charlottenburg, Marchstr. 8.
- - *Munk,* Professor, Matthäikirchstr. 4. W.
- - *Pernice,* Prof., Geh. Justiz-Rath, Genthinerstr. 13[F]. W.
- - *Planck,* Professor, Tauenzienstr. 18[a]. W.
- - *Rammelsberg,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Gross-Lichterfelde, Bellevuestr. 15.
- - *Sachau,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Wormserstr. 12. W.
- - *Erich Schmidt,* Professor, Matthäikirchstr. 8. W.
- - *Joh. Schmidt,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lützower Ufer 24. W.
- - *Schmoller,* Professor, Wormserstr. 13. W.
- - *Schrader,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kronprinzen-Ufer 20. NW.
- - *Schulze,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Invalidenstr. 43. NW.
- - *Schwarz,* Professor, Villen-Colonie Grunewald, Boothstr. 33.
- - *Schwendener,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 28. W.
- - *Stumpf,* Professor, Nürnbergerstr. 14/15. W.
- - *Tobler,* Professor, Kurfürstendamm 25. W.
- - *Vahlen,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Genthinerstr. 22. W.
- - *Virchow,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Schellingstr. 10. W.
- - *Vogel,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium.
- - *Waldeyer,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Lutherstr. 35. W.
- - *Warburg,* Professor, Neue Wilhelmstr. 16. NW.
- - *Weber,* Professor, Ritterstr. 56. SW.
- - *Weinhold,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Hohenzollernstr. 15. W.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1899.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

12. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

*1. Hr. STUMPF las: »Über den Willensbegriff«. I.

Die Abhandlung discutirt einerseits die Verallgemeinerung des Willensbegriffes in der sogenannten voluntaristischen Psychologie, andererseits die wichtigsten Versuche, das Wollen in Sinnesempfindungen, intellectuelle Functionen oder Gefühlszustände aufzulösen.

2. Der Vorsitzende legte vor: Philonis Alexandrini Opera. Vol. III. Ed. P. WENDLAND. Berolini 1898.

Ausgegeben am 19. Januar.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

1899.
II.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

12. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Virchow las: Über die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung. (Ersch. später.)

Die Einwanderungen der Negritos und Indios sind zweifellos sämmtlich von Westen her ausgegangen; die Einwanderungen von Chinesen und anderen Mongolen haben nur untergeordnete Bedeutung. Dagegen ist nicht zu übersehen, dass allgemeine Verschiedenheiten der hellfarbigen Stämme in Hinterasien, unter denen vorzugsweise Malayen und Alfuren hervortreten, bestehen; diese Verschiedenheiten dürften sich als Parallel-Erscheinungen für die Einwanderungszeiten erweisen. Von einer anderen Richtung her kann man eine Controle über die Richtigkeit der angenommenen Chronologie der Einwanderungen ausüben, indem man gewisse Gebräuche und Traditionen in Erwägung zieht: religiöse Vorstellungen (Anito-Cultus), Tättowirung, Feilung der Zähne und Deformation des Schädels. An vorgelegten Schädeln wird der Beweis geliefert, dass die scheinbare Grösse mancher Negrito-Schädel nur durch die starke Entwickelung der Kieferknochen und Zähne bedingt ist. Die hellfarbige Rasse bringt sehr gut beanlagte und für wirkliche Civilisation durchaus befähigte Individuen hervor. Ob es den Americanern gelingen wird, eine höhere Entwickelung der hellfarbigen Rasse auf den Philippinen in friedlichem Fortschritt herbeizuführen, muss die Zukunft lehren.

2. Hr. Klein legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. W. Salomon in Heidelberg vor: Neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard. (Ersch. später.)

Der Verfasser weist nach, dass das Gotthardmassiv ebenso wie die Tonalitmasse des Adamello und wahrscheinlich viele andere Centralmassive der Alpen nach unten trichterförmig begrenzt sind und dass ein Gleiches jedenfalls von den meisten, wenn nicht überhaupt von allen Lakkolithen gilt. Er erklärt im Anschlusse daran die sogenannte Fächerstructur der Centralmassive als eine der Abkühlungsfläche der Lakkolithen annähernd parallele Contractionsklüftung und bringt positive Beweise für das schon früher von ihm für wahrscheinlich gehaltene tertiäre Alter des Adamello-Tonalites. Die Vermuthung liegt nahe, dass sich auch andere Centralmassive der Alpen wie dieser verhalten.

3. Derselbe legte eine Mittheilung des Hrn. C. Leiss, Optiker in Steglitz bei Berlin, vor: Über eine Methode zur objectiven Darstellung der Schnittcurven der Indexflächen und über die Um-

wandlung derselben in Schnittcurven der Strahlenflächen. (Ersch. später.)

Der Verfasser bewirkt diese Umwandlung durch eine in der Mittheilung besonders beschriebene Spiegelvorrichtung.

4. Hr. Planck legte eine Mittheilung der HH. Prof. Dr. F. Paschen und H. Wanner in Hannover vor: Eine photometrische Methode zur Bestimmung der Exponentialconstanten der Emissionsfunction.

Photometrische Messungen über die Veränderung der Intensität eines schmalen Spectralbezirkes mit der Temperatur, welche mit einer dem »absolut schwarzen Körper« nahestehenden Strahlungsquelle angestellt wurden, ergaben die Gültigkeit des Wien-schen Emissionsgesetzes für das sichtbare Spectralgebiet und führten zu demselben Zahlenwerth der Exponentialconstanten dieses Gesetzes wie bolometrische Messungen über den ultrarothen Spectralbereich derselben Strahlung.

Eine photometrische Methode zur Bestimmung der Exponentialconstanten der Emissionsfunction.

Von Prof. F. Paschen und H. Wanner
in Hannover.

(Vorgelegt von Hrn. Planck.)

Das Gesetz, welches die Abhängigkeit der Strahlungsintensität J von der absoluten Temperatur T und der Wellenlänge λ für die Strahlung des »absolut schwarzen Körpers« ausdrückt, soll nach der Theorie des Hrn. W. Wien[1] die Gestalt haben:

$$J = c_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} \qquad \text{I.}$$

Die Richtigkeit dieses Gesetzes ist durch die Messungen des einen von uns über die Energiespectra verschiedener Oberflächen[2] wahrscheinlich gemacht. Eine bessere Bestätigung dieses Gesetzes haben neuere Versuche mit einer dem idealen schwarzen Körper näher stehenden Strahlungsquelle ergeben, über welche später berichtet werden soll.

Unter der Voraussetzung, das die Formel I das richtige Gesetz darstellt, würde es wichtig sein, die beiden Constanten c_1 und c_2 des Gesetzes genau zu bestimmen. Es soll hier eine photometrische Methode beschrieben werden, welche wohl geeignet erscheint, die Constante c_2 sehr genau zu ermitteln.

Die Methode gründet sich darauf, dass durch die Constante c_2 allein die Veränderung der Intensität eines engbegrenzten Spectralbezirkes mit der mittleren Wellenlänge λ gegeben ist, welche einer Veränderung der Temperatur entspricht. Unter Einführung von Brigg'schen Logarithmen ergibt Formel I für diesen Fall:

$$\log J = \gamma_1 - \gamma_2 \frac{1}{T} \qquad \text{II,}$$

$$\gamma_1 = \log (c_1 \lambda^{-5}) \qquad \text{II}^a,$$

$$\gamma_2 = \frac{c_2}{\lambda} \log e \qquad \text{II}^b$$

[1] W. Wien, Wied. Ann. 58, S. 662. 1896; diese Berichte 1893, S. 55.
[2] F. Paschen, Wied. Ann. 60, S. 662. 1897.

Die entsprechende Curve ist in der citirten Arbeit von Paschen als isochromatische Linie bezeichnet. Sie ist eine gerade Linie, wenn man $1/T$ als Abscisse und als Ordinate $\log J$ darstellt. Zur Ermittelung der Constanten c_2 ist es nur nöthig, γ_2 zu bestimmen, d. h. die Neigung der geraden Linie. Da diese Bestimmung auf diejenige des Verhältnisses zweier Intensitäten bei der gleichen Wellenlänge hinausläuft, setzt sie nicht einen solchen Strahlungs-Messapparat voraus, welcher die ganze auf ihn treffende Strahlung registrirt. Es genügt, wenn der Apparat stets denselben Bruchtheil der Intensität der Wellenlänge λ angibt. Hierzu würde z. B. irgend ein Spectral-Photometer geeignet sein. Man beleuchtet den einen Spalt desselben mit einer constanten Lichtquelle und den anderen mit dem Lichte des schwarzen Körpers und beobachtet für irgend ein möglichst engbegrenztes Spectralgebiet, dessen mittlere Wellenlänge zu messen ist, bei zwei verschiedenen Temperaturen das Verhältniss der Intensität des schwarzen Körpers zu derjenigen des constanten Vergleichslichtes. Hieraus ergibt sich das Verhältniss der den zwei Temperaturen T_1 und T_2 entsprechenden Intensitäten J_1 und J_2 des schwarzen Körpers. Nach der Beziehung

$$\log J_1/J_2 = \gamma_2 \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathrm{II^c},$$

welche aus Formel II folgt, ermittelt man γ_2 und nach $\mathrm{II^b}$ den Werth von c_2.

Der Vorzug dieser photometrischen Methode vor der bolometrischen beruht darauf, dass das menschliche Auge für die Strahlung sichtbarer Wellenlängen viel empfindlicher ist, als das Bolometer, so dass es möglich ist, bei verhältnissmässig engem Spalte, und daher in einem ziemlich reinen Spectrum die Beobachtungen vorzunehmen. Die Reinheit des Spectrum ist nach den Versuchen Paschen's für die Messung isochromatischer Linien wichtig. Ein Nachtheil der Methode ist der, dass man verhältnissmässig hohe, und darum schwer genau zu messende Temperaturen anwenden muss, um Licht genügender Stärke im sichtbaren Spectrum zu erhalten. Obwohl uns nur ein für diese Zwecke ziemlich lichtschwaches Photometer zur Verfügung stand, mit dem wir nicht zu sehr niedrigen Temperaturen hinabgehen konnten, und obwohl wir andererseits nicht in der Lage waren, sehr hohe Temperaturen genau genug zu messen, haben wir doch versucht, für ein mittleres Gebiet der Temperaturen die Brauchbarkeit dieser Methode zu erproben.

Zu den Versuchen diente ein König'sches Spectralphotometer[1], dessen Spalte und Ocularblende möglichst schmal gemacht wurden.

[1] A. König, Wied. Ann. 53, S. 785. 1894.

Das Versuchslicht sollte dem Lichte des »absolut schwarzen Körpers« möglichst nahe kommen. Es gieng aus von einer etwa 6 mm^2 grossen gleichmässig glühenden, mit Eisenoxyd geschwärzten Fläche, welche sich mit ihrer Mitte genau im Mittelpunkte einer spiegelnden Hohlkugel von 15^{cm} Durchmesser befand. Von der Hohlkugel war nur diejenige Hälfte vorhanden, welche von der strahlenden Oberfläche Licht erhalten konnte. Der strahlenden Fläche gegenüber befand sich eine schmale Öffnung, durch welche die Strahlung auf den Spalt fiel. Nach den Erörterungen PASCHEN's[1] geht von der im Mittelpunkt befindlichen Fläche die Strahlung des »absolut schwarzen Körpers« aus, wenn die spiegelnde Fläche vollkommen reflectirt. Die Hohlkugel bestand aus Rothguss und war gut polirt. Sie entwirft von Gegenständen in ihrem Mittelpunkte einigermaassen gute Bilder, welche genau an derselben Stelle zu liegen scheinen, von welchen Flächentheilen der Kugelfläche sie reflectirt werden mögen. Die strahlende Fläche war das mittlere, mit gleichmässiger Helligkeit glühende Stück eines $0^{mm}.2$ dicken Platinstreifs von 4^{cm} Länge und 7^{mm} Breite, welcher durch Zusammenfalten eines Bleches von $0^{mm}.1$ Dicke und 14^{mm} Breite entstanden war. Der Platinstreif wurde durch einen elektrischen Strom erhitzt. In der Mitte des zu den Versuchen dienenden Stückes befand sich zwischen den Blechen, von ihnen elektrisch isolirt, aber dicht an die Wände gepresst, die Löthstelle eines Thermo-Elementes aus Platin- und Platin-Rhodium-Drähten von $0^{mm}.15$ Dicke. Die Löthstelle war flachgehämmert, und die angrenzenden Drähte befanden sich isolirt auf einer genügenden Strecke zwischen den Blechwänden, so dass die Wärmeableitung die Löthstelle nicht mehr beeinflusste. Die anderen Löthstellen des Thermo-Elementes lagen in schmelzendem Eis, da die Aichung des Elementes, welche Hr. HOLBORN freundlicher Weise ausgeführt hatte, sich auf diese Anordnung bezog. Die thermo-elektrischen Kräfte wurden durch Compensation mit Accumulatoren und diese mit einem CLARK-Elemente verglichen.

Als Vergleichslicht diente eine Milchglasscheibe, welche als Fenster einer Laterne durch eine Glühlampe beleuchtet war. Die Glühlampe erhielt von einer Accumulatorenbatterie ihren Strom, welcher während der ein- oder zweistündigen Versuchsdauer genügend constant blieb.

In den folgenden Tabellen unserer Beobachtungsresultate bedeuten:

λ die mittlere Wellenlänge des untersuchten Spectralbezirks in μ,

T die absolute Temperatur des Versuchslichtes,

J die Intensität der Strahlung, wenn diejenige des Vergleichslichtes gleich Eins gesetzt wird.

---

[1] A. a. O. S. 719.

Der Spalt und die Ocularblende wurden stets gleich breit gemacht. Für jede Messung ist unter »Spaltbreite« angegeben, ein wie grosser Spectralbereich in μ innerhalb der Ocularblende lag. Für jede Wellenlänge wurde durch Combination je zweier Beobachtungswerthe nach der oben angegebenen Formel ein Werth für c_2 berechnet. Diese einzelnen Werthe erhielten je nach der Entfernung der in Rechnung gezogenen Punkte verschiedene Gewichte und ergeben dann das unter der Tabelle angeführte Mittel.

$\lambda = 0.6678\,\mu$ (Spaltbreite $= 0.0114\,\mu$)

Beobachtungsresultate:

Nr.	1	2	3	4	5	6
log J	0.12840 − 1	0.80122 − 1	0.71170	0.71560 − 1	0.28332	0.25078 − 1
T	1135.3	1234.9	1405.1	1222.2	1322.9	1152.3

Durch die Combination der verschiedenen Punkte berechnete Werthe von c_2 mit ihren Gewichten:

Nr.	1 und 2	1 und 3	1 und 4	1 und 5	2 und 3	2 und 4
c_2	14563	14395	14221	14418	14273	13762
Gew.	1	3	2	1	2	1

Nr.	2 und 6	3 und 4	3 und 5	3 und 6	4 und 5	4 und 6	5 und 6
c_2	14581	14896	14382	14388	14017	14187	14401
Gew.	1	1	2	3	1	2	1

$\lambda = 0.6678\,\mu$ (Spaltbreite $0.0069\,\mu$)

Beobachtungsresultate			Berechnung		
Nr.	log J	T	Nr.	c_2	Gew.
1	0.29308 − 1	1165.7	1 und 2	14348	3
2	0.57570	1388.1	1 und 3	14383	3
3	0.57138	1386.6	4 und 2	14073	2
4	0.57578 − 1	1205.3	4 und 3	14113	2

Die zweite Messung war an einem anderen Tage und mit einer anderen Intensität des Vergleichslichtes gemacht, als die erste. Als Gesammtmittel der verschieden gewertheten Zahlen ergibt sich für die Wellenlänge $0.6678\,\mu$ $c_2 = 14322$ m. F. $= 62$

$\lambda = 0.5893\,\mu$ (Spaltbreite $0.0060\,\mu$)

Beobachtungsresultate:

T	1183.7	1180.9	1271.6	1270.8	1176.4	1333.9	1177.9
log J	0.41558 − 1	0.40556 − 1	0.04804	0.03386	0.36542 − 1	0.45220	0.39610 − 1

Zweite Messungsreihe mit anderem Vergleichslichte.

1214.9	1391.1	1388.5	1203.8
0.30328 − 1	0.41744	0.40112	0.24866 − 1

Die in gleicher Weise wie für $\lambda = 0.6678$ vorgenommene Berechnung ergab für c_2 ähnlich schwankende Werthe, deren Mittel ist: $c_2 = 14489$ m. F. $= 74$

$\lambda = 0.5016\,\mu$ (Spaltbreite $0.0041\,\mu$)

T	1186.0	1316.5	1401.5	1399.1	1309.9	1191.6
log J	0.50146 − 2	0.53278 − 1	0.15238	0.13086	0.52928 − 1	0.61174 − 2

mit anderem Vergleichslichte:

T	1210.7	1376.6	1377.2	1203.8
log J	0.96886−2	0.17810	0.22324	0.88402−2

Die Berechnung ergibt für c_2 im Mittel den Werth 14467 m. F. 143.

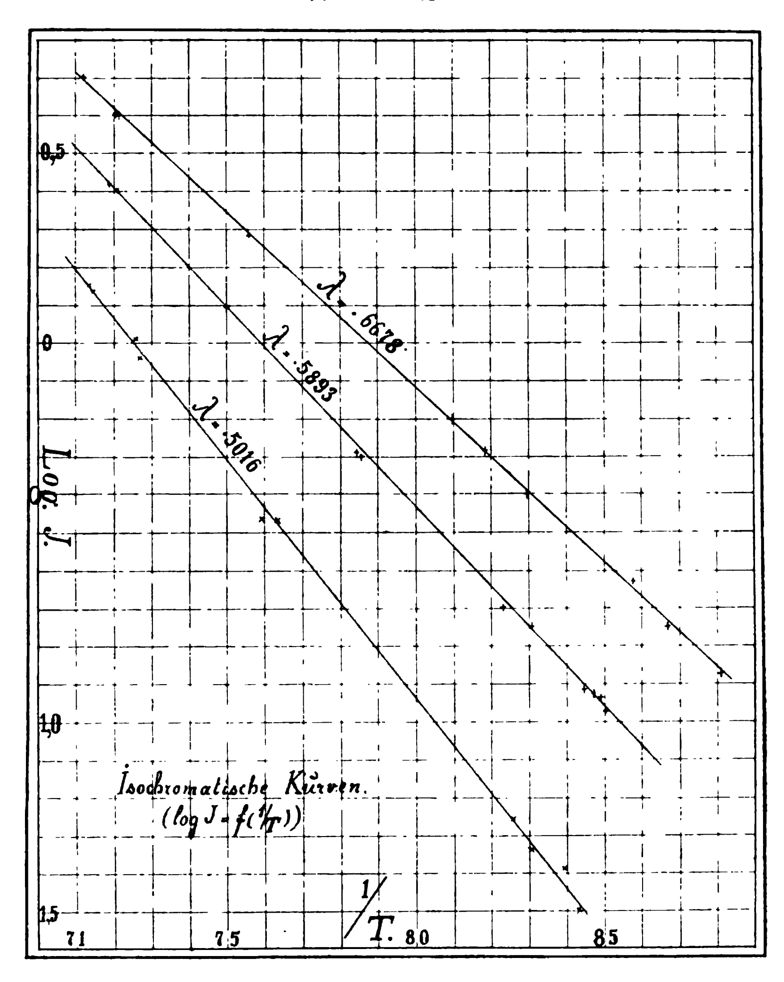
$\lambda = 0.4861\mu$ (Spaltbreite 0.004μ)

T	1242.5	1416.6	1415.7	1238.6
log J	0.38658−1	0.66332	0.67458	0.36348−1

Die Berechnung ergibt das Mittel $c_2 = 14473$ m. F. $= 62$

Übersicht der bei verschiedenen Wellenlängen gewonnenen Werthe für c_2.

λ	0.6678	0.5893	0.5016	0.4861	Ges. Mi.
c_2	14322	14489	14467	14473	14440
m. F.	62	74	143	62	



In der Figur finden sich für 3 Wellenlängen die isochromatischen Linien mit den Beobachtungspunkten (log J als Function von $1/T$) dargestellt. Wir schliessen, dass Formel I innerhalb der möglichen Fehler bestätigt ist, soweit sie durch unsere Beobachtungen geprüft werden

kann. Erstens ist die isochromatische Curve jeder Wellenlänge eine gerade Linie, zweitens ergeben die isochromatischen Linien verschiedener Wellenlängen innerhalb der möglichen Beobachtungsfehler den gleichen Werth für c_2. Die Übereinstimmung geht aber in bemerkenswerther Weise noch weiter; denn der erhaltene Werth ist identisch mit demjenigen Werthe, welcher nach einer ganz anderen Methode durch bolometrische Messungen erhalten wird. Als mittleren Werth haben wir gefunden $c_2 = 14440$ [$\mu \times$ absol. Temp.] und glauben eine Unsicherheit von etwa zwei Procent zulassen zu müssen. Die citirten früheren Messungen von Paschen (a. a. O. S. 707) ergaben für die verschiedenen untersuchten Körper Werthe der Constanten c_2, welche zwischen 15000 (Platin) und 13700 (Kohle) lagen. Es wurde dort die Vermuthung ausgesprochen, dass der Werth für den absolut schwarzen Körper etwa 14000 sein würde.

Die bolometrischen Messungen, welche der eine von uns neuerdings über die Wellenlänge des Energiemaximums bei verschiedenen Temperaturen gemacht hat,[1] ergaben für dieselbe Strahlung, welche unseren photometrischen Messungen unterlag, Resultate, welche zu dem gleichen Werthe der Constanten c_2 führen. Es wurden z. B. folgende Werthe der Temperatur und der dazu gehörigen Wellenlänge λ_m des Maximum der Energie gefunden.

Temp. Cels.	Temp. abs.	$\lambda_m (\mu)$	$\lambda_m \times T$ (abs.)
1083.5	1356.5	2.138	2900
991.0	1264.0	2.293	2898
867.9	1140.9	2.537	2894
805.7	1078.7	2.674	2884
666.8	939.8	3.076	2891
523.3	796.3	3.605	2870
398.2	671.2	4.265	2862
195.7	468.7	6.026	2826

Die Strahlung scheint bei niederen Temperaturen noch etwas weiter von der idealen entfernt zu sein, als bei höheren; denn die Gesammtstrahlung wächst in dem Temperaturgebiete 100° C. bis 400° C. noch um etwa 5 Procent, wenn das Eisenoxyd in der spiegelnden Hülle durch eine mit Lampenruss geschwärzte Fläche ersetzt wird. Die Energiecurven einer solchen ergeben:

390.4° C.	663.4 abs.	$\lambda_m = 4.355$	$\lambda_m \times T = 2889$
256.2	529.2	5.468	2894

also denselben Werth, wie Eisenoxyd in der spiegelnden Hülle bei höheren Temperaturen. Betreffs der Bestimmungsmethode der genauen

[1] Der hierzu benutzte berusste Bolometerstreif befand sich im Mittelpunkte einer kleineren genauen spiegelnden Hohlkugel, welche die von ihm noch reflectirte Strahlung immer wieder auf ihn zurückwarf und ihn dadurch schwärzer machte. A. a. O. S. 722.

Werthe der Wellenlängen des Energiemaximums sei auf Paschen's citirte Abhandlung (a. a. O. S. 665) verwiesen. Die normalen Energiecurven, deren Maxima hier angegeben sind, haben innerhalb der möglichen Fehler die durch Formel I geforderte Gestalt[1], wenn sie mit den nothwendigen Correctionen versehen sind.

Nach Formel I ergibt der fünffache Werth des Productes $\lambda_m \times T$ den Werth für c_2. Dieser würde also sein:

$$c_2 = 2890 \times 5 = 14450 \, [\mu \times \text{abs. Temp.}]$$

Auch dieser Werth ist noch nicht als endgültiger anzusehen.

Wir halten hiernach die Brauchbarkeit der photometrischen Methode für erwiesen und glauben, dass diese Methode einen sehr genauen Werth der Exponentialconstanten liefern wird, wenn man erstens ein lichtstärkeres Photometer anwendet, welches gestattet, tiefere Temperaturen in den Bereich der Messungen zu ziehen, und zweitens die Verwirklichung des schwarzen Körpers, sowie seine Temperaturmessung vollkommener gestaltet.

[1] Vergl. a. a. O. S. 664.

Ausgegeben am 19. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. I und II.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1897 . . . . *M.* 24.—

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . *M.* 4.50

» Mathematische Abhandlungen . . . . » 3.50

» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . . . » 14.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1896, 1897, 1898.

Weinhold: Zur Geschichte des heidnischen Ritus . . . . . . *M.* 2.—

Engler: Über die geographische Verbreitung der Rutaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . . . » 3.—

Schmoller: Gedächtnissrede auf Heinrich von Sybel und Heinrich von Treitschke . . . . . » 2.—

Erman: Gespräch eines Lebensmüden mit seiner Seele . . . . . . » 6.—

Engler: Über die geographische Verbreitung der Zygophyllaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . . . » 2.—

Stumpf: Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik . . . . . » 3.50

Weinhold: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . . . » 2.50

Erman: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50

Köhler: Gedächtnissrede auf Ernst Curtius . . . . » 0.80

Harnack: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. Jablonski an den Präsidenten G. W. Leibniz (1700—1715) . . . . . » 6.—

Weinhold: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . . . » 3.—

Virchow: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . . » 3.—

Dümmler: Gedächtnissrede auf Wilhelm Wattenbach . . . . . . » 1.—

Engelmann: Gedächtnissrede auf Emil du Bois-Reymond . . . . . » 1.—

Heymons: Grundzüge der Entwickelung und des Körperbaues von Odonaten und Ephemeriden . *M.* 4.—

Kopsch: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . » 1.50

Fränkel: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—

Kayser: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . . » 2.50

Brenner: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . . » 3.—

Richarz und Krigar-Menzel: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1897 . . . . *M.* 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . *M.* 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.



Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung	ℳ 1.—
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen	» 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung	» 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen	» 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente	» 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen	» 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien	» 1.—
Weber: vedische Beiträge. VII	» 1.—
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm	» 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX	» 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter	» 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei	» 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos	» 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte	» 1.—
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären	» 1.—
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken	» 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine	» 0.50
Vogel: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius	» 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen	» 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums	» 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen	» 1.—
Ziebarth: neue attische Grenzsteine	» 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament	» 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus*	» 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X	» 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI	» 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos	» 1.—
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben	» 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert	» 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction	ℳ 0.50

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

III.

19. Januar 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

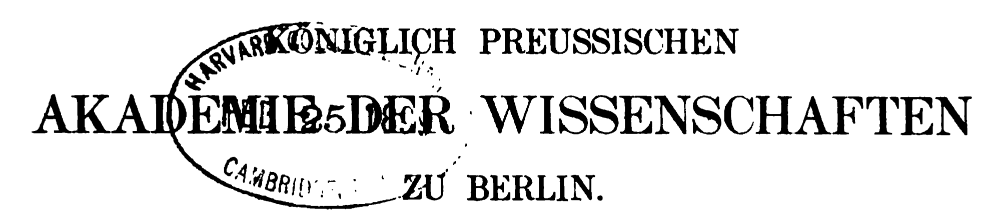
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1899.

III.

SITZUNGSBERICHTE

DER



KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

19. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. E. Schmidt las methodologische Bemerkungen über die Behandlung der Texte Kant's. (Ersch. später.)

Er besprach die Versuche normirend und modernisirend einzugreifen und die nothwendigen engen Grenzen eines solchen Verfahrens und erörterte mancherlei Eigenthümlichkeiten der Kantischen Sprache.

2. Vorgelegt wurden Corpus Inscriptionum Latinarum vol. XV pars poster. fasc. 1. Inscriptiones urbis Romae Latinae. Instrumentum domesticum. Ed. H. Dressel. Berol. 1899 und Die antiken Münzen Nord-Griechenlands. Bd. I. Dacien und Moesien. Berlin 1899.

Die Bevölkerung der Philippinen.

Von Rud. Virchow.

Zweite Mittheilung.

(Vorgetragen am 12. Januar [s. oben S. 3].)

Als ich am 18. März 1897 über die Bevölkerung der Philippinen eine übersichtliche Darstellung gab[1], war schon ein blutiger Aufstand der Bevölkerung gegen die noch überall bestehende Herrschaft der Spanier ausgebrochen. Ich machte darauf aufmerksam, dass in diesen Aufstand ein bestimmter Bruchtheil der Bevölkerung, und zwar derjenige, welcher am meisten Anspruch auf Aboriginalität machen kann, die sogenannten Negritos, nicht verwickelt war. Seine Isolirung, sein Mangel an jeder Art von politischer, vielfach sogar von bürgerlicher Organisation, auch seine geringe Kopfzahl machten es begreiflich, dass er die grössten Veränderungen bei seinen Nachbarn geschehen liess, ohne dass er irgend welche Neigung zeigte, praktisch mit einzugreifen. Auch liess sich voraussehen, dass er für die weitere Entwickelung der Dinge keine wesentliche Bedeutung haben werde. Diese Voraussage hat sich, soweit Berichte vorliegen, durchweg bestätigt.

Seitdem hat der Gang des Krieges zwischen den Spaniern und den Amerikanern die spanische Macht gebrochen, und der Pariser Frieden hat die gesammte Inselwelt der Philippinen in den Besitz der Vereinigten Staaten Nordamerikas gebracht. Somit knüpft sich nunmehr das Hauptinteresse an das Verhalten der Aufständischen, welche nicht nur den grossen Krieg zwischen den Mächten überdauert haben, sondern jetzt den Siegern gegenüber ihre Unabhängigkeit zu behaupten oder zu gewinnen bemüht sind. Diese Aufständischen, die man nun kurzweg Filipinos nennt, gehören, wie ich schon früher bemerkte der hellfarbigen Rasse der sogenannten Indios an, welche sich sowohl körperlich, als sprachlich scharf von den Negritos abhebt. Ihre ethnologische Stellung ist schwer zu ergründen, weil zahlreiche Mischunge

[1] Sitzungsberichte der K. Pr. Akademie der Wissenschaften. 1897. S. 284.

mit eingewanderten Weissen, insbesondere mit Spaniern, aber auch mit Leuten der braunen und gelben Rasse, d. h. mit Mongolen und Chinesen stattgefunden haben. Vielleicht hat man hier und da die Bedeutung dieser Mischungen für den Gesammttypus der Indios überschätzt; wenigstens lässt sich an den meisten Stellen ein sicherer Nachweis nicht finden, dass fremdes Blut in grösserer Menge in die hellfarbige Bevölkerung eingedrungen ist. Dagegen lehren sowohl die Geschichte und die Tradition, als auch die Betrachtung der physischen Beschaffenheit der Leute, dass unter den einzelnen Stämmen Verschiedenheiten bestehen, welche auf Besonderheiten der Abstammung hinweisen. Daraus ist die Vorstellung von mehreren, in längeren Zeiträumen auf einander folgenden Einwanderungen hervorgegangen, wie sie namentlich von Hrn. Blumentritt entwickelt worden ist.

Dabei ist nicht zu übersehen, dass alle diese Einwanderungen, wie viele derselben man auch annimmt, von Westen her gekommen sein müssen. Irgend eine nennenswerthe Einwanderung von Osten her ist, wenn man nicht weiter auf Chinesen und Japaner Rücksicht nimmt, gänzlich ausgeschlossen. Im Gegentheil führen alle Anzeichen zu der Annahme, dass schon von Alters her, lange vor der Ankunft der Portugiesen und Spanier, eine starke Bewegung aus dieser Gegend nach Osten hin stattgefunden hatte, und dass die grosse Seestrasse, welche zwischen Mindanao und den Sulu-Inseln im Norden und Halmahera und den Molucken im Süden hindurchzieht, das Einbruchsthor gewesen ist, durch welches diejenigen Stämme oder wenigstens diejenigen Schiffsmannschaften, deren Nachkommen die polynesischen Inseln bevölkerten, ihren Eingang in den Stillen Ocean gefunden hatten. Aber auch die Herkunft der Polynesier weist nach Westen, und wenn ihre Vorfahren von Indonesien aus gekommen sein sollten, so ist nicht zu bezweifeln, dass sie auf ihrer langen Fahrt nach Osten auch die Küsten der anderen Inseln, an denen sie vorüber steuerten, also namentlich der Philippinen, berührt haben werden. Polynesische Anklänge auf den Philippinen berechtigen jedenfalls nicht zu dem Schlusse, dass eine aus dem Stillen Ocean hervorgehende Völker- oder Menschen-Bewegung den Grundstock für einen grösseren Bruchtheil der philippinischen Bevölkerung gebildet hat. Man kennt die Thatsache, dass gelegentlich einzelne Boote von den Palao- oder von den Marianen-Inseln an die Ostküste von Luzon verschlagen werden, aber man darf ihre Bedeutung nicht überschätzen. Die Einwanderung von Westen her wird auch künftig der Ausgangspunkt für alle ethnologischen Deutungen dieser östlichen Ethnologie bleiben müssen.

Wie hat man sich nun die localen Verschiedenheiten der einzelnen Stämme zu erklären, wenn im Grossen der Ursprungsort derselbe war?

Handelt es sich um secundäre Veränderungen des Typus? etwa um solche, welche durch Klima, Nahrung, Beschäftigung u. s. f. hervorgebracht sind? Es ist das ein sehr weites Thema, welches leider nur zu oft durch vorgefässte Meinungen beherrscht wird. Die Bedeutung der »Umgebungen« und der Lebensweise auf die körperliche Entwickelung des Menschen kann nicht bestritten werden, aber sehr zweifelhaft ist das Maass dieser Bedeutung. Nirgends ist dieses Maass, wenigstens nach den bisherigen Beobachtungen, weniger erkennbar, als auf den Philippinen. Trotz nicht geringer geologischer und biologischer Verschiedenheit dieser Inseln besteht doch eine grosse anthropologische Übereinstimmung der Indios in den Hauptpunkten, und es ist nicht gelungen, die bemerkten mässigen Stammesverschiedenheiten auf klimatische oder alimentäre Ursachen zurückzuführen. Der Einfluss erblicher Eigenschaften ist auch hier, wie an den meisten Punkten des Erdballes, mächtiger, als der Einfluss des »Milieu«.

Nehmen wir also zunächst an, dass die Einwanderer schon Eigenschaften mitgebracht haben, welche noch an ihren Nachkommen fortbestehen, so müssen wir auch als selbstverständlich zulassen, dass die kleinen Schwarzen (Negritos) der Philippinen nicht dieselbe Abstammung haben, wie die kräftigeren hellfarbigen Indios. So lange man die Philippinen kennt, also seit mehr als 3 Jahrhunderten, ist die Haut der Negritos tief dunkel, fast schwarz und ihr Haar kurz und spiralgelockt gewesen, und eben so lange war die Haut der Indios bräunlich, zwar in sehr verschiedenen Nüancirungen, aber doch relativ hell, und das Haar war lang, in wellige Strähnen angeordnet. Niemals ist, soweit bekannt, beobachtet worden, dass in einer dortigen Familie eine völlige Umänderung dieser Eigenschaften eingetreten sei. Darüber herrscht vollständiges Einverständniss. In Beziehung auf die Negritos besteht nicht der mindeste Zweifel; bei den Indios kann ein Zweifel auftauchen, weil in der That die Nüancirungen der Hautfarbe recht grosse sind, indem das Braun zuweilen geradezu schwärzlich, anderemal gelblich, fast wie die Farbe von sonnenverbrannter Haut, erscheint. Aber auch dann erkennt ein geübtes Auge leicht die Abstammung, und wenn die Haut allein dazu nicht genügt, so ergiebt der erste Blick auf das Haar die Diagnose. Die genauere Deutung der individuellen oder auch der Stammes-Schwankungen ist nur bei den Indios schwierig, während ein Bedürfniss zu einer solchen bei den Negritos überhaupt nicht besteht. Aber bei den Indios sind individuelle und Stammes-Variationen so häufig und zuweilen so ausgesprochen, dass man wohl berechtigt ist, zu fragen, ob hier nicht eine neue Art erblicher Eigenschaften hervortrete. Wäre dieses der Fall, so müsste man vermuthen, dass schon die Einwanderer solche Eigenschaften besessen hätten.

Nun erweist die Geschichte, dass in der That verschiedene Einwanderungen stattgefunden haben. Lassen wir die neueste Einwanderung, die islamitische aus dem 14. und 15. Jahrhundert, bei Seite, so bleibt doch die ältere, die vor der Ankunft der Spanier geschehen sein soll. Wenn die meisten Ethnologen und Reisenden dieselbe von Borneo herleiten, so ist doch mit Sicherheit anzunehmen, dass die Verschiedenheit der wilden Stämme auf dieser Insel, welche noch jetzt besteht, eine sehr alte ist, und man wird sich nicht wundern dürfen, wenn je nach der Beschaffenheit der Stämme, welche von da auswanderten, auch auf den Philippinen neben einander dissimiläre, wenngleich verwandte Stämme existiren. Diese Verschiedenheit lässt sich unschwer aus den Gebräuchen erkennen, — eine Seite der Betrachtung, welche nachher noch etwas weiter erörtert werden soll. Beginnen wir mit den physischen Merkmalen.

Unter diesen steht das Haar oben an. Allerdings ist dasselbe auch bei allen Indios schwarz, aber es zeigt nicht die mindeste Annäherung an jenes krause Verhalten, welches bei den Negritos und bei allen papuanischen Stämmen des Ostens so stark auf die äussere Erscheinung der Menschen einwirkt. Man mag diesen krausen Zustand wollig nennen oder in etwas übertriebener Feinheit in der Bezeichnung den Namen »Wolle« mit allerlei Nebenbegriffen ausstatten, jedenfalls fehlt allen Indios die Kräuselung des Haares von seinem Austritte aus der Mündung des Haarbalges an, wodurch die Aufrollung zu engen oder weiten Spiralröhrchen und die gröbere Bildung der sogenannten »Pfefferkörner« bedingt wird. Das Haar aller Indios ist glatt und gestreckt, und wenn es Biegungen macht, so sind es nur jene leichten Biegungen, welche bei voller Ausgestaltung das Haar gewellt oder höchstens lockig machen.

Aber innerhalb dieses gewellten oder lockigen Zustandes giebt es wieder Verschiedenheiten. In meinem früheren Vortrage habe ich auf Untersuchungen verwiesen, welche ich auf einer grösseren Zahl von Inseln des malayischen Meeres angestellt habe, und für welche sich herausstellte, dass ein gewisses Gebiet, das mit den Molucken beginnt und sich bis nach den Sunda-Inseln fortsetzt, vorhanden ist, in welchem das Kopfhaar eine stärkere Neigung zur Bildung welliger Locken zeigt, ja allmählich in krauses, wenn auch nicht in spiralgerolltes, Haar übergeht. Solches Haar findet sich vorzugsweise im Innern der Inseln, da, wo die sogenannte Urbevölkerung noch reiner ist, und wo man seit längerer Zeit den Namen der Alfuren auf sie anwendet. An den meisten Punkten ist irgend eine Beziehung zu Negritos oder Papuas nicht zu erkennen. Sollte sie jemals stattgefunden haben, so sind wir längst über die Periode hinweg, wo directe Thatsachen dafür aufzu-

finden sind. Auch in dieser Beziehung ist die Erforschung der Philippinen lehrreich: an der Grenze der fast insular abgegrenzten Negrito-Bezirke stösst man höchst selten auf Mischlinge zwischen Negritos und Indios, aber nie auf Übergänge, welche in der postgenerativen Entwickelungszeit entstanden sein können.

Giebt es aber unter den hellfarbigen Insulanern der malayischen und der indischen See neben einander Alfuren und Malayen, so steht nichts entgegen, diese Theilung auch auf die philippinische Bevölkerung anzuwenden. Unter der mehr centralen Bevölkerung sind die Stammesunterschiede so gross, dass fast jeder Beobachter auf die Frage der Mischung kommt. Da müssen nicht bloss die Dayaken und die anderen Malayen herhalten, sondern auch die Chinesen und die mongolischen Stämme von Hinterindien. Ja, es ergeben sich manche Thatsachen, namentlich in der Sprache[1], der Religion, dem Haus- und Ackerbau, der Viehzucht, welche an bekannte Verhältnisse des eigentlichen Indien erinnern. Die Aufgabe des Ethnologen verwickelt sich hier so sehr, dass man nachsichtig sein muss, wenn der eine oder andere aus gewissen localen oder territorialen Besonderheiten sofort bestimmte Schlüsse auf die Herkunft der Einwanderer zieht. Gewiss hat man ein Recht, wenn man irgendwo einen brahmanischen Gebrauch antrifft, zu schliessen, dass dieser Gebrauch aus Indien herstammt. Aber ehe man daraus folgert, dass der Stamm, in welchem ein solcher Gebrauch besteht, selbst aus Hinter- oder gar aus Vorder-Indien stammt, muss man ermitteln, zu welcher Zeit dieser Gebrauch eingeführt worden ist. Der chronologische Nachweis giebt erst die Zuversicht, zu glauben, dass der Gebrauch mit dem Stamme selbst oder der Stamm mit dem Gebrauche eingewandert ist.

Auf der ganzen philippinischen Inselwelt haben die Religions-Gebräuche mit dem Fortschreiten der auswärtigen Beziehungen gewechselt. Das Christenthum hat an vielen Orten seine besonderen Gebräuche, Anschauungen, abergläubischen Meinungen verbreitet und damit die ganze Denkrichtung geändert. Aber wenn man genauer nachsieht, so trifft man mitten in christlichen Überlieferungen ältere Überlebsel, welche trotz des Wechsels der Religion nicht aufgehört haben, Bestandtheile des Glaubens zu sein. Vor dem Christenthum war an manchen Orten der Islam herrschend und es darf nicht überraschen, wie auf Mindanao, neben einander christliche und mohammedanische Dogmen in Geltung zu sehen. Aber vor dem Islam war, wie schon lange bekannt ist, der Ahnencult weit verbreitet. Fast jeder Ort, jede Hütte hatte ihren Anito mit seinem besondern Platz, seiner besondern

[1] Don T. H. Pardo de Tavera, El sanscrito e la lengua Tagalog. Paris 1887.

Wohnstätte; man hatte Anito-Bilder und -Statuetten, gewisse Bäume und selbst gewisse Thiere, in denen ein Anito lebte. Ja, der Ahnencult ist so alt, als die geschichtliche Überlieferung, denn die ersten Entdecker der Philippinen fanden ihn schon in voller Blüthe, und mit Recht hat Hr. Blumentritt[1] den Anito-Dienst als die Grundform der philippinischen Religion bezeichnet. Aber er hat auch zugleich zahlreiche Beispiele geliefert, wo der Anito-Cult noch jetzt in christianisirten Gemeinden fortlebt. Die Chronologie hat einen guten Grund und sie muss jede Spur fest ausgeprägter Glaubensformen benutzen. Nur darf man nicht übersehen, dass man auf den Grund der religiösen Chronologie nicht gelangt und dass der Anfang auch des so allgemein verbreiteten Ahnencultus, wenigstens auf den Philippinen, nicht fassbar ist. Erwägt man zugleich, dass der Glaube an Anitos in der polynesischen Welt weithin verbreitet ist und dass er auch in rein malayischen Gebieten vorhanden ist, so muss man daran verzweifeln, für die Prähistorie der Philippinen daraus zuverlässige Schlüsse abzuleiten.

Nächst den religiösen Gebräuchen sind bei wilden Stämmen am dauerhaftesten gewisse Moden. Von einer Tracht ist bei ihnen freilich wenig zu sehen. Dafür tritt hier die Tättowirung in ihr Recht. Je mehr man sich in neuester Zeit mit ihr beschäftigt hat, um so werthvollere Erkenntnissmittel für Verwandtschafts-Verhältnisse der Stämme haben sich daraus ableiten lassen. Leider ist auf den Philippinen ein grosser Theil der früher üblichen Tättowirungs-Muster verschwunden und sogar das Tättowiren selbst ist so sehr zurückgedrängt, dass die Meinung sich verbreiten konnte, es finde auf den Philippinen nicht statt. Seit der Reise von Carl Semper[2] aber weiss man, dass nicht nur die »Malayen«, sondern auch die Negritos sich tättowiren; ja, dieser feine Beobachter hat sogar festgestellt, dass die »Neger der Ostküste« eine andere Methode des Tättowirens üben, als die von Mariveles im Westen, und dass sie demgemäss auch verschiedene Resultate erzielen. Das eine Mal bedient man sich einer Nadel, um für die Einbringung der Farbe feine Löcher in die Haut zu machen, das andere Mal bringt man längere Schnitte an; im letzteren Fall entstehen erhabene Narben, im ersteren glatte Muster. Aber diese, stets aus geradlinigen Figuren zusammengesetzten Muster sind überall die gleichen. Schadenberg[3] lässt die Operation mit einem scharfen Bambu an 10jährigen Kindern vornehmen. Bei den wilden Stämmen der hellfarbigen Be-

---

[1] Ferd. Blumentritt, Der Ahnencultus und die religiösen Anschauungen der Malaien des Philippinen-Archipels. Wien 1882. S. 2. (Aus den Mitth. der k. k. Geographischen Gesellschaft.)

[2] C. Semper, Die Philippinen und ihre Bewohner. Würzburg 1869. S. 50. 137.

[3] Alex. Schadenberg in der Zeitschr. f. Ethnol. 1880. XII. S. 136.



völkerung ist das Tättowiren nicht minder verbreitet, aber die Muster sind bei den verschiedenen Stämmen nicht gleich. So berichtet Isabelo de los Reyes[1], dass die Tinguianen, welche die Bergwälder der nordwärts gelegenen Cordillere von Luzon bewohnen, bei Kindern von 7–9 Jahren Figuren von Sternen, Schlangen, Vögeln u. a. anbringen. Hr. Hans Meyer[2] beschreibt die Muster der Igorroten: hier scheint eine grosse Mannigfaltigkeit der Zeichnung zu bestehen, z. B. an den Armen aneinandergereihte Felder von geraden und krummen Linien, auf der Brust federartige Muster. Am seltensten sah er die sogenannten Burik-Zeichnungen, die sich in parallelen Bandstreifen über Brust, Rücken und Waden erstrecken und dem Körper das Aussehen einer gestreiften Matrosenjacke geben. Sehr bezeichnend ist, dass Menschenbilder nie vorkommen.

Es verhält sich also mit der Tättowirung hier ganz ähnlich, wie auf so vielen der polynesischen Inseln. Aber es giebt so wenige genaue Beschreibungen, und namentlich so wenig brauchbare Zeichnungen davon, dass es sich nicht der Mühe verlohnt, die zerstreuten Angaben zusammenzustellen. Am wenigsten genügen sie, um zu ermitteln, ob darunter wirkliche Stammes-Marken sind, oder gar zu untersuchen, in welcher Ausdehnung die einzelnen Muster verbreitet sind. Das Bekannte zeigt deutlich, dass in Beziehung auf Tättowirung die Philippinen nicht abweichen von den Inseln des pacifischen Oceans; sie bilden vielmehr ein wichtiges Glied in der Reihe der Kenntnisse, welche die genetische Zusammengehörigkeit der Bewohner darthun. Nur sind die Tättowirungen der östlichen Insulaner vergleichbar denen der afrikanischen Eingeborenen, bei denen sie vielfach als ausgemachte und anerkannte Stammeszeichen gelten. Möge daher recht bald, bevor die Mode noch mehr ändernd oder zerstörend eingreift, eine beglaubigte Sammlung aller Muster hergestellt werden.

Nächst der Haut sind bei wilden Stämmen am häufigsten künstlicher Verunstaltung ausgesetzt die Zähne. Der vorzugsweise in Afrika übliche Gebrauch, gewisse Vorderzähne in bald mehr, bald weniger grosser Zahl auszubrechen, ist von den Philippinen meiner Erinnerung nach nicht beschrieben worden; ich erwähne ihn nur, weil mir bei einer neuerlichen Revision unserer Philippinen-Schädel zwei derselben aufgestossen sind, bei denen die mittleren oberen Schneidezähne offenbar vor langer Zeit ausgeschlagen wurden, denn der Alveolarrand ist in eine ganz schmale, ziemlich glatte Leiste ohne jede Spur eines Alveolus umgewandelt. Anders verhält es sich mit der Zuspitzung

[1] D. Isabelo de los Reyes, Die Tinguianen (Luzon). Aus dem Spanischen übersetzt von F. Blumentritt (Mitth. der k. k. Geograph. Ges. in Wien.) 1887.

[2] Verhandl. der Berliner Ges. für Anthropologie u. s. w. 1883. S. 380.

der Schneidezähne, namentlich der oberen, welche allerdings auch nicht allgemein ist. Ich muss es dahingestellt sein lassen, ob die Zuschärfung durch Feilung oder durch Absprengung seitlicher Theile ausgeführt wird. Letzteres dürfte im Allgemeinen wohl das Häufigere sein. Jedenfalls bringt man den sonst breiten und platten Zähnen eine so scharfe Zuspitzung bei, dass sie wie Raubthierzähne auslaufen. Ich habe diesen Zustand mehrfach bei Negrito-Schädeln angetroffen und auch Abbildungen davon geliefert[1]. An einem Schädel von Zambales, den Hr. A. B. MEYER ausgegraben hat und den ich vorlege, ist die Verunstaltung sehr gut zu sehen. Ich machte damals darauf aufmerksam, dass bei den Malayen eine ganz andere Form der Zahnverunstaltung im Gebrauche ist, indem eine horizontale Feilung auf der vorderen Fläche stattfindet und der scharfe untere Rand geebnet und verbreitert wird. Schon der alte THÉVENOT hat diesen Gegensatz betont, indem er sagt: Les vns rendent les dents égales, les autres les affilent en pointes, en leur donnant la figure d'une scie[2]. Dieser Unterschied scheint sich bis in die heutige Zeit erhalten zu haben, wenigstens ist mir kein Schädel eines Indio mit ähnlicher Deformation der Zähne vorgekommen. Das Verhalten der Negritos aber ist um so mehr bemerkenswerth, als gerade das seitliche Absprengen von Zahntheilen unter den afrikanischen Schwarzen sehr verbreitet ist.

Der sonst am meisten zu Deformationen benutzte Körpertheil, der Schädel, steht in crassem Gegensatz dazu. Deformirte Schädel, namentlich aus älterer Zeit, sind auf den Philippinen recht zahlreich; sie gehören wahrscheinlich ausschliesslich den Indios an. Dass sie bei Negritos vorkommen, ist mir nicht bekannt; die einzige, vielleicht hierher gehörige Ausnahme betrifft die Tinguianen, von denen J. DE LOS REYES[3] angiebt, ihr Schädel sei hinten abgeplattet (por detrás oprimido). Eine solche Abplattung findet sich jedoch nicht selten bei Stämmen, welche den Gebrauch haben, die Kinder auf harten Unterlagen festzubinden, ja sogar in Familien, die ihre Kinder längere Zeit auf solchen Unterlagen liegen lassen. Ein sicheres Merkmal, eine derartige zufällige Verdrückung von einer absichtlich hervorgebrachten zu unterscheiden, ist nicht vorhanden, es sei denn die schiefe Lage der Deformationsstelle, die bei zufälligen Verdrückungen häufiger ist. Jedenfalls ist auf den Philippinen der Unterschied ein sehr auffälliger, indem hier nicht sowohl das Hinterhaupt, als der Vorder- und Mittelkopf

---

[1] Vergl. meine Abhandlung über alte und neue Schädel von den Philippinen in F. JAGOR, Reisen in den Philippinen. Berlin 1873. S. 374. Taf. II. Fig. 4 u. 5.

[2] Hr. G. A. BAER (Verh. der Berliner anthrop. Ges. 1879. S. 331) sagt, dass eine solche Operation nur bei Negritos von reiner Rasse vorkomme.

[3] DE LOS REYES (übersetzt von BLUMENTRITT) S. 6.

von der Verunstaltung betroffen und dadurch Deformationen herbeigeführt werden, wie sie ihre vollkommenste Ausbildung bei den alten Peruanern und anderen amerikanischen Stämmen erfahren haben.

Die Schädel-Deformation der Amerikaner habe ich in grosser Ausführlichkeit behandelt[1], indem ich zugleich die zufälligen und die künstlichen (absichtlichen) Deformationen in ihren Hauptformen darstellte. Es ergab sich dabei, dass in grossen Abschnitten von Amerika fast gar keine älteren Schädel gefunden werden, welche die natürliche Form haben, dass aber der Gebrauch der Deformation kein allgemeiner gewesen ist, vielmehr sich eine Anzahl von Deformations-Centren unterscheiden lässt, welche in keiner directen Verbindung mit einander stehen. Das peruanische Centrum ist weit getrennt von dem der Nordwestküste und dieses wiederum von dem der Mississippi-Mündungen. Damit soll nicht gesagt sein, dass jedes dieser Centren seine eigene, gleichsam autochthone Entstehung gehabt habe. Aber die Mode hat sich nicht so verbreitet, dass man ihre Wege unmittelbar verfolgen kann. Vielmehr lässt sich die Vermuthung festhalten, dass die Mode zu irgend einer Zeit eingeführt ist, dass es also irgendwo einen Entstehungsort für dieselbe gegeben haben muss. Auf der östlichen Hemisphäre und speciell auf dem Gebiete, das uns hier berührt, liegen die Verhältnisse scheinbar anders. Hier nämlich sind, soweit wir wissen, die weitesten Gebiete ganz frei von künstlicher Deformation, kleinere dagegen voll davon. Es giebt also auch hier Deformations-Centren, aber nur wenige. Unter diesen steht nach unserer gegenwärtigen Kenntniss das philippinische an erster Stelle.

Freilich besitzen wir diese Kenntniss noch nicht lange. Die allgemeine Aufmerksamkeit wurde erst rege, als es mir vor fast 30 Jahren gelang, an Schädeln von Samar und Luzon, die Hr. F. Jagor aus alten Höhlen gesammelt hatte, den Nachweis ihrer Deformation zu führen. Damals wusste man von deformirten Schädeln der östlichen Inselwelt eigentlich nichts. Erst nach meiner Publikation[2] wurde einer der scharfsichtigsten holländischen Residenten Hr. J. G. F. Riedel[3] aufmerksam darauf, dass der Gebrauch der Kopfdeformation noch jetzt in Celebes besteht, und er war so liebenswürdig, uns einen derartigen »Quetschapparat« für zarte Kinder zu schicken (1874). Auch fanden sich bald verdrückte Schädel daselbst. Aber ihre Zahl war nicht gross und die Verdrückung der einzelnen Schädel erreichte nur einen geringen Grad. In beiden Beziehungen reichen die Erfahrungen der Sundainseln nicht

---

[1] Rudolf Virchow, Crania ethnica Americana. Berlin 1892. S. 5 u. flg.

[2] Zeitschr. für Ethnologie 1870. Bd. II. S. 151.

[3] Ebendas. III. 110. (Taf. V. Fig. I). Verhandl. Anthrop. Ges. VI. 215. VII. 11. VIII. 69. IX. 276.

entfernt an die Verhältnisse der Philippinen. Hier waren schon durch die Sammlungen des Hrn. JAGOR verschiedene Stellen bekannt geworden, welche deformirte Schädel bargen. Seitdem hat sich die Zahl dieser Stellen sehr vermehrt. Ich will nur zwei derselben, ihrer besonderen Lage wegen aufführen: die eine ist Cagraray, eine kleine Insel im Osten von Luzon, im stillen Meere, am Eingange der Bucht von Albay[1], die andere die Insel Marindúque im Westen zwischen Luzon und Mindoro. Von letzterer Insel sah ich vor etwa 10 Jahren die erste Abbildung in einem mir zufällig vorgelegten photographischen Album[2]. Seitdem hatte ich Gelegenheit, die hinterlassene Schädel-Sammlung von SCHADENBERG zu mustern, und zu meinem grossen Vergnügen fand ich in dieser Sammlung, welche neulich in den Besitz des Reichsmuseums in Leiden übergegangen ist, eine ganze Reihe von Schädeln, welche genau in der gleichen Weise, wie die Schädel von Lanang, verdrückt sind. Wie ich höre, werden dieselben bald beschrieben und publicirt werden.

Nun ist es von besonderem Interesse, dass diese Mode auf den Philippinen schon vor 3 Jahrhunderten bemerkt worden ist. In meiner ersten Publikation citirte ich eine Stelle aus THÉVENOT, worin es heisst, dass nach den Zeugnissen eines Geistlichen die Eingeborenen auf »einigen dieser Inseln« die Gewohnheit hätten, den Kopf ihrer neugeborenen Kinder zwischen zwei Bretter zu legen und so zusammenzupressen, dass er nicht mehr rund bleibt, sondern sich in die Länge ausdehnt; auch platteten sie die Stirn ab, indem sie glaubten, dass diess ein besonderer Zug von Schönheit sei. Das ist also eine alte Sache. Dafür zeugt auch der Umstand, dass diese Schädel sich vorzugsweise in Höhlen finden, von deren Decke Sinterwässer herabgeträufelt sind, welche die Knochen mit zum Theil ganz dicken Kalklagen überzogen haben. Auch die Knochen selbst haben ein ungemein dichtes, fast elfenbeinernes, wie fossilisirtes Aussehen, nur ist die Oberfläche stellenweise wie angefressen und an diesen Stellen öfters mit einer grünlichen Infiltration durchtränkt. Man wird daher wohl annehmen dürfen, dass sie sehr alt sind. Ich meinerseits hatte den Eindruck, dass sie schon lange vor der Entdeckung der Inseln und der Einführung des Christenthums beigesetzt sein müssten. Ihre sonstige Beschaffenheit, namentlich ihre eckige Form und die Dicke der Knochen erinnerte mich an Schädel aus anderen Theilen der Südsee, namentlich an solche von den Chatham- und Sandwich-Inseln. Ich will auf diese Frage hier nicht weiter eingehen, sondern nur erwähnen, dass ich zu dem Schlusse kam,

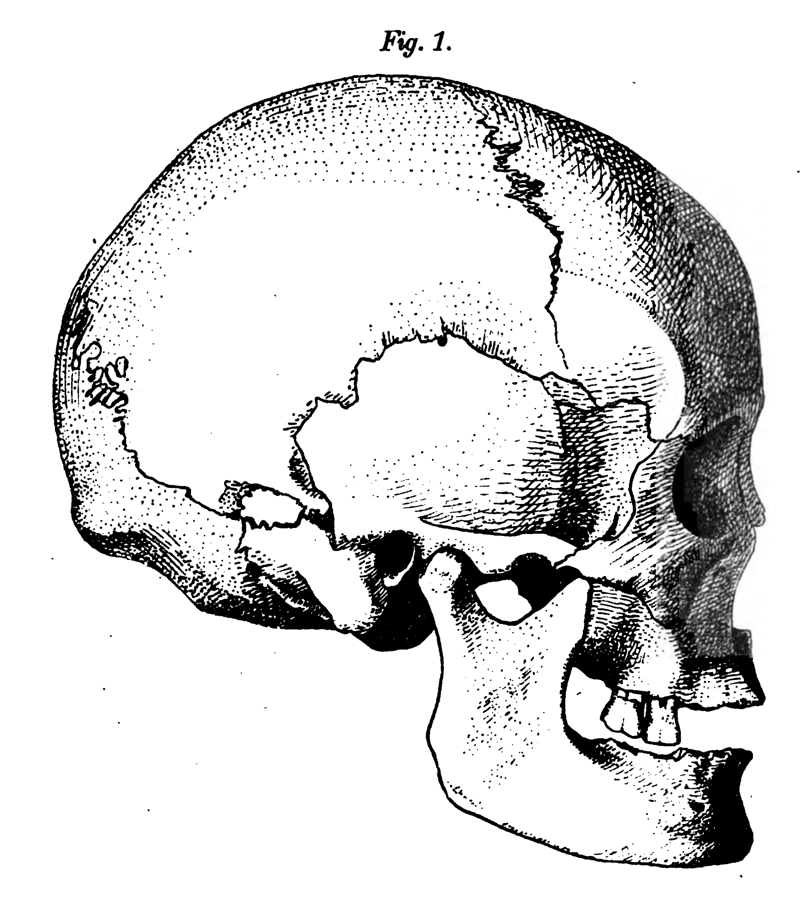
[1] Verh. der Berliner Anthr. Ges. 1879. XI. S. 422.

[2] Ebendas. 1889. XXI. S. 49.

diese Bevölkerung müsse als eine protomalayische angesehen werden.

Die Veränderungen, welche nunmehr in der politischen Lage der Philippinen eintreten werden, mögen zunächst für wissenschaftliche Forschungen wenig günstige sein. Aber das Studium der Bevölkerung wird sicherlich in verstärktem Maasse in Angriff genommen werden. Schon jetzt beginnt man in America sich damit zu beschäftigen. Eine kleine orientirende Schrift des Hrn. Brinton[1] ist als erstes Zeichen

Fig. 1.



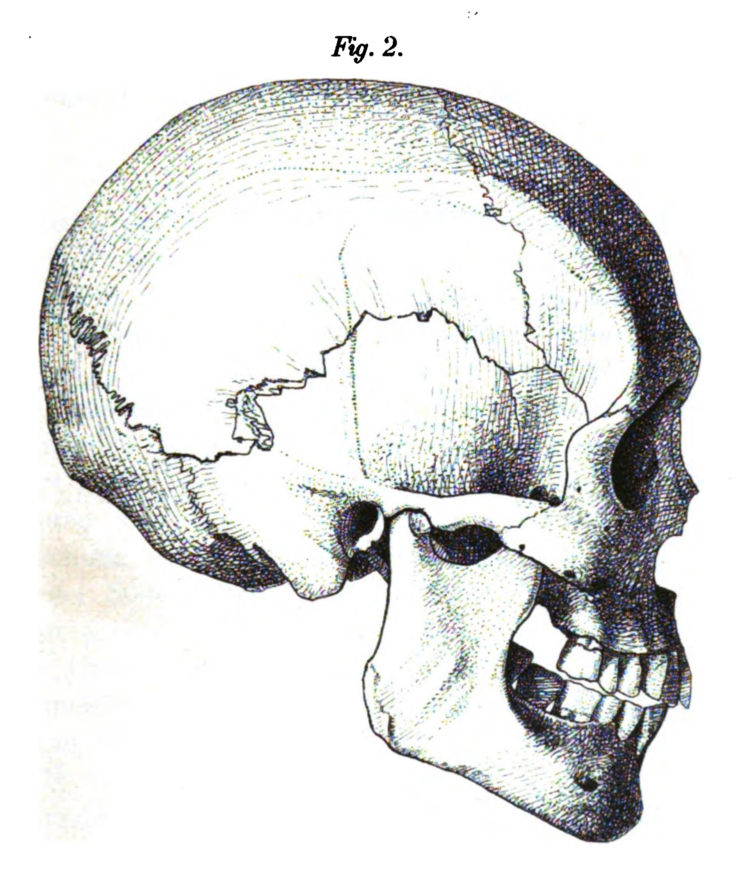
dafür mit Anerkennung zu nennen. Aber auch wenn der heisse Wunsch der Filipinos in Erfüllung gehen sollte, dass ihre Inseln die politische Selbständigkeit erhielten, so ist von dem patriotischen Enthusiasmus dieser Bevölkerung und von der wissenschaftlichen Begeisterung vieler ihrer besten Männer zu erwarten, dass für die Geschichte und die Entwickelung der östlichen Inselvölker neue Quellen werden eröffnet

[1] Daniel G. Brinton, The peoples of the Philippines, Washington D. G. 1898. (Darin befindet sich der Irrthum, dass der Verfasser, der meinen vorigen Vortrag kannte, der Meinung war, ich hätte nur einen deformirten Schädel zu meiner Verfügung gehabt.)

werden. Es soll hier nur beiläufig daran erinnert werden, dass Anknüpfungen an die altphilippinische Geschichte und an die Gebräuche dieser Insulaner schon jetzt sowohl bei melanesischen, als bei polynesischen Stämmen der Südsee erkennbar sind.

Als Repräsentanten dieser beiden Völkergruppen lege ich zum Schlusse zwei besonders gut ausgebildete Schädel von den Philippinen vor. Der eine derselben, der ähnliche Zeichen des Alters darbietet, wie ich sie eben geschildert habe, gehörte einem Indio an (Fig. 1).

Fig. 2.



Er hat den hohen Rauminhalt von 1540^{ccm} und einen Horizontalumfang von 525^{mm} bei einem Sagittalumfang von 386^{mm}; seine Form ist hypsidolichocephal, freilich an der Grenze zur Mesocephalie: Längenbreiten-Index von 75.3; Längenhöhen-Index von 76.3. Auch sonst hat er das Aussehen einer entwickelungsfähigen Rasse; nur ist die Nase platyrrhin (Index von 52.3), wie bei so vielen malayischen Stämmen, und in der linken Schläfengegend trägt er einen, aus einem zum Theil verwachsenen Fontanellknochen hervorgegangenen Processus frontalis squamae temporalis. Der andere (Fig. 2) ist von Hrn. A. B. MEYER dem

Grabe eines Negrito von Zambales entnommen. Er erweckt beim ersten Anblick einen fast ebenso grossen Eindruck, aber er hat eine Capacität von nur 1182^{ccm}, also um 358^{ccm} weniger, als der vorige. Im Horizontalumfange misst er 500, im Sagittalumfange 353^{mm}. Seine Form ist orthobrachycephal: Längenbreiten-Index 80.2, Längenhöhen-Index 70.6. Wie in den Einzelheiten der Entwickelung, so tritt in den Maassen überall die Verschiedenheit und der niedrigere Charakter dieser Rasse hervor. Nur der Nasenindex (50) ist etwas kleiner; im Übrigen hat die Nase in ihren einzelnen Theilen eine geradezu pithekoide Bildung.

Neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard.

Von Dr. W. Salomon
in Heidelberg.

(Vorgelegt von Hrn. Klein am 12. Januar [s. oben S. 3].)

In dem Bericht, den ich im Jahre 1896[1] über die mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften ausgeführten Touren im Adamellogebiete veröffentlichte, sagte ich, »dass bei der grossen Ausdehnung des untersuchten Gebietes, seinen riesigen Höhendifferenzen und hochalpinen Terrainschwierigkeiten noch eine ganze Reihe von klaffenden Lücken bleiben, deren Ausfüllung der Zukunft überlassen werden muss«. Ich habe nun im Sommer 1898 wieder eine grössere Anzahl von Touren gemacht und die Aufnahmen dabei so weit führen können, dass ein weiterer Sommer zur Beendigung der Untersuchung des ganzen Gebietes ausreichen dürfte.

An dieser Stelle möchte ich eine kleine Anzahl von schon jetzt feststehenden neuen Ergebnissen mittheilen, obwohl der Abschluss der Arbeit noch einige Zeit in Anspruch nehmen wird.

Was zunächst das den Tonalit umgebende Schichtgebirge betrifft, so fand ich auf einer Tour durch die eigenthümliche, bisher allgemein für archaeisch gehaltene Zone von krystallinen Schiefern und Marmorschichten des Tonale[2] am westlichen Hange des Monte Padrio oberhalb Corteno Gesteine, die petrographisch von dem sogenannten Zellendolomit der lombardischen Trias nicht zu unterscheiden sind. Es wird daher zu untersuchen sein, ob man es hier nicht in Wirklichkeit mit einer in das Phyllitgebirge eingebrochenen oder eingefalteten, vielleicht dynamometamorph stark veränderten Zone von Trias und älteren Bildungen zu thun hat. Ja, diese Vermuthung erhält eine grosse Wahrscheinlichkeit durch die Thatsache, dass unsere Zone bei Stazzona, wie schon früher[3] hervorgehoben, das Veltlin

---

[1] Diese Berichte 1896. S. 1033—1048.

[2] Vergl. a. a. O. S. 1036—1037 und Gequetschte Gesteine des Mortirolothales. Neues Jahrb. für Mineralogie, Beilage-Bd. XI S. 355—402.

[3] A. a. O. S. 1037.

erreicht und somit genau im Streichen der isolirten kleinen Schollen metamorpher Trias von Dubino, Dazio, Buglio und Masino im Veltlin liegt.[1]

Der Esinokalk war bisher in der Adamellogruppe nur von zwei Stellen bekannt, nämlich im Osten aus der Umgebung des Cornovecchio südlich vom Passo del Frate und im Westen aus der unmittelbaren Umgebung von Breno in der Val Camonica. Es gelang mir nun, diese wichtige obertriadische Ablagerung innerhalb der Contactzone, wenn auch hochgradig metamorphosirt, an einer Reihe von Punkten aufzufinden. So bildet sie den Gipfel des Monte Badile oberhalb Capo di Ponte, wo sie als aussergewöhnlich grobkörniger Marmor mit Körnern von zum Theil 2^{cm} Durchmesser entwickelt ist. Sie tritt in Valle Stabio auf, erreicht in Val Cadino im unmittelbaren Contact mit dem Tonalit nicht unbeträchtliche Mächtigkeit und dürfte dort bei Herstellung hinreichend frischer Aufschlüsse selbst als Statuenmarmor verwendet werden können. Das eigenthümliche sogenannte Corno Bianco der oberen Val Cadino besteht ganz daraus; und in seiner Nähe findet man an mehreren Stellen cubikmetergrosse und kleinere Schollen von Esinomarmor vollständig von Tonalit umschlossen. Ich beobachtete sie dann wieder im Lajonethal und in der Triaszone, die, das Blumonethal hinaufstreichend, den Passo del Termine überschreitet. Es ist dabei allerdings hervorzuheben, dass es nicht immer leicht ist, sie in kleineren Aufschlüssen von anderen Triaskalken in metamorpher Facies zu unterscheiden, insbesondere vom contactmetamorphen »Zellendolomit«, der ja im wesentlichen gleichfalls ein Kalkstein ist. In fast all' den aufgeführten Fällen aber ist die Schichtfolge vollständig genug aufgeschlossen, um eine sichere Deutung zu ermöglichen.

Auch über die Contactmetamorphose der Triasschichten wurden die Beobachtungen wesentlich vervollständigt. Es stellte sich dabei unter anderem die Thatsache heraus, dass der Dipyr, den ich im Jahre 1895[2] erst von zwei Localitäten kannte, eins der constantesten Contactmineralien der äusseren Contactzone des Adamellogebietes ist. Ich fand ihn an folgenden Punkten: 1. Val di Fa[3], 2. Thälchen nordöstlich der Santella di Degna[4], 3. Valle Stabio, 4. Monte Trabucco, 5. unterer Theil der Val Buona bei Campolaro, 6. oberer Theil desselben Thales, 7. Val Fredda bei Campolaro, 8. Val Lajone,

[1] Vergl. Melzi, Giorn. di Mineralogia, Pavia 1891 und 1893, wo auch die älteren Angaben von Theobald und Rolle citirt sind.

[2] Tschermak's Mittheilungen XV, S. 159—183.

[3] A. a. O. S. 159.

[4] A. a. O. S. 161.

9. Val Blumone und 10. Val Buona am Cornovecchio, wo ich ihn in Stücken, die mir Hr. Geheimrath LEPSIUS freundlichst zur Verfügung stellte, mit Sicherheit nachweisen konnte. Er findet sich also in der bogenförmigen Contactzone über eine etwa 25^{km} lange Strecke hin fortwährend von Neuem anstehend und zwar überall, wo Muschelkalk in der Contactzone auftritt und immer nur in diesem.[1] Dabei tritt er in den thonigen Zwischenlagen des Gesteins häufiger und in viel grösserer Menge auf als in den thonarmen kalkigen Lagen. — Wo die Contactmetamorphose intensiv gewirkt hat und wo deutlich eine innere Zone stärkerer Metamorphose von einer äusseren unterschieden ist, da ist der Dipyr, wie ich schon früher hervorhob und wie sich jetzt überall bestätigte, auf die äussere Contactzone beschränkt. In der inneren, durch vollständige Entfärbung des Kalksteins charakterisirten Zone ist er, soweit meine Erfahrungen reichen, stets durch Granat und Vesuvian, seltener durch andere Contactmineralien ersetzt. Hinsichtlich dieser letzteren muss ich grösstentheils noch die Ergebnisse weiterer Untersuchungen abwarten. Nur das möchte ich schon jetzt hervorheben, dass ich in der Val di Leno an einer Stelle Chabasit und an einer zweiten einen anderen noch nicht näher untersuchten Zeolith in Einschlüssen von Granathornfels im Tonalit, auf dem Granat aufsitzend gefunden habe, ein Vorkommen, vollkommen analog dem von CATHREIN[2] beschriebenen von Le Negre im Monzoni. In allen drei Fällen sind die Zeolithe wohl zweifellos durch Zersetzung der Eruptivgesteine entstanden.

Endlich möchte ich auch noch kurz erwähnen, dass in der Val Pallobia auf der Westseite der Adamellogruppe in der inneren Contactzone die thonigen Zwischenlagen des Muschelkalkes in Lagen von prachtvollen Hessonitperimorphosen um Calcit umgewandelt sind.

Auch über den Tonalit erhielt ich einige neue Resultate. In der Val di Genova, westlich von Pinzolo, fand ich in dem sogenannten Tonalitgneisse Stellen, an denen die Schlierenknödel (basischen Ausscheidungen) vollständig blattartig flach entwickelt und parallel der Flaserung des Gesteins angeordnet sind. Ich kann mir nicht denken, dass blosse Fluctuationen im Magma oder Protoklase die Ursache dieser Erscheinung sein können, und sehe darin im Gegensatz zu der früher von anderer Seite ausgesprochenen Anschauung einen neuen Beweis für meine Erklärung der Entstehung des Tonalitgneisses durch echte Kataklase. In demselben Thale und beim Aufstieg von der Leipziger Hütte am Mandronegletscher zum Adamellogipfel fand ich nicht selten sowohl im Tonalite selbst wie im Tonalit-

[1] Aber anscheinend vorwiegend oder überhaupt nur in seiner unteren Abtheilung.
[2] Beiträge zur Mineralogie Tirols. TSCHERMAK's Mittheilungen X, S. 394.

gneiss echte Quetschzonen, die wohl in einer späteren Phase der dynamischen Einwirkung entstanden sein dürften, als nämlich der Tonalit durch Erosion bereits von einem wesentlichen Theil der auf ihm lastenden Kruste befreit war.

Die Bankung des Tonalites mit ihrer oft auf weite Strecken constanten Richtung war bereits von Reyer[1] als eine gesetzmässige Erscheinung aufgefasst worden; und ich kann ihm darin nur beipflichten, obwohl ich in den meisten anderen Fragen einen von dem seinigen durchaus abweichenden Standpunkt einzunehmen genöthigt bin. So halte ich die Bankung des Tonalites, nachdem ich in mehreren Arbeiten den sicheren Nachweis für seine unterirdische Erstarrung geliefert habe, für ein Contractionsphaenomen, das bei der Abkühlung und Erstarrung der mächtigen Eruptivmasse durch die Verringerung des Volumens bedingt war. Bei der Verwitterung werden die die Bankung hervorbringenden Klüfte deutlicher. Dass sie aber in Wirklichkeit schon in dem frischen Inneren der Gesteinsmasse praedisponirt sind, das geht aus einem Aufschlusse hervor, den ich im letzten Sommer nordöstlich von der Malga Nemplaz[2] am südlichen Gehänge des Monte Alta Guardia beobachtete. Das Gestein besteht dort aus jetzt deutlich gebanktem Tonalit, in den ein dunkler Dioritporphyritgang eingedrungen ist. Dieser folgt erst der einen Kluft des Tonalites, durchschneidet dessen darüber liegende Bank in schräger Richtung und dehnt sich dann in der nächsten, der ersten parallelen Kluft nach allen Seiten flach aus. Der Parallelismus zwischen der Hauptausdehnung des Ganges und den Bänken des Tonalites ist ausserordentlich deutlich. Da nun die Intrusion des Ganges sicher lange vor der Entblössung des Aufschlusses stattgefunden hat, so muss schon damals in dem Tonalit die Praedisposition zur Klüftung längs den später von der Verwitterung benutzten Flächen vorhanden gewesen sein. Es besteht also in dem Tonalit auch, wo er ganz frisch ist, eine »Klüftbarkeit«, die sich zu den Kluftflächen verhält, wie die Spaltbarkeit eines Krystalles zu den Spaltflächen. Die Klüftbarkeit und Spaltbarkeit sind nur die Praedisposition zur Trennung; die Ebenen, parallel zu denen sie gehen, sind hier wie dort Ebenen der maximalen Cohäsion. Sie können vorhanden sein, ohne dass wirkliche Spalten da sind. Zur Bildung der letzteren bedarf es noch eines besonderen Anlasses, der bei der Klüftbarkeit in der Natur sehr häufig von der Verwitterung gegeben wird.

Aus dem Gesagten erhellt die grosse Bedeutung des Studiums der geologischen Richtungen der Tonalitbänke und überhaupt der Bankung

[1] Die Eruptivmassen des südlichen Adamello. Neues Jahrb. für Mineralogie. Beilage-Bd. 1881. S. 419—450.

[2] Östlich von Astrio bei Breno in der Val Camonica.



granitischer Tiefengesteine. Bei dem Tonalit glaube ich nun, wieder in Übereinstimmung mit Reyer, beobachtet zu haben, dass ein deutlicher, wenn auch keineswegs im Einzelnen genauer Parallelismus zwischen der Bankung und dem Verlaufe der Grenzflächen der Eruptivmasse besteht. Es scheint also, als ob sich die Klüfte wesentlich parallel zu der abkühlenden Fläche ausbilden. Damit ist aber nun ein vorzügliches Mittel gegeben, um die ursprüngliche Form der Tonalitmasse zu reconstruiren. Freilich ist dieses Kriterium aber zunächst nur mit Vorsicht zu benützen. Denn es ist oft sehr schwer, die der inneren Structur einer granitischen Masse entsprechenden Klüfte, die ich als »Structurfugen« bezeichnen möchte, von den durch spätere Einwirkung des Gebirgsdruckes hervorgebrachten, für die ich den Namen »Druckfugen« vorschlage, zu unterscheiden. Auch scheinen oft mehrere, und in ihren Beziehungen zu einander bisher vollständig unaufgeklärte Systeme von Strukturfugen vorhanden zu sein. Dazu kommt, dass wie ein Jeder weiss, der sich mit diesen Kluftsystemen der granitischen Gesteine beschäftigt hat, das Streichen und Fallen einer solchen Fuge keineswegs mathematisch genau bestimmbar ist, sondern innerhalb weiter Grenzen schwankt.

Diese Betrachtungen veranlassen mich zu einer Abschweifung, da sie mir eine Erklärung der sogenannten Fächerstructur der alpinen Centralmassen zu ergeben scheinen. Dabei muss ich indessen sofort bemerken, dass ich diese wichtige Frage hier nur andeuten kann und mir eine ausführlichere Erörterung vorbehalten muss. — Ich hatte im letzten Sommer Gelegenheit das Gotthardmassiv zu besuchen und glaube, so fern es mir auch liegt die Ergebnisse meiner wenigen Begehungen als maassgebend anzusehen, einige der Mittheilung werthe Beobachtungen gemacht zu haben. Zunächst halte ich die als Gamsbodengneiss und Fibbiagneiss, sowie die auf der Fritsch'schen Karte als »*Gn*« (Gneiss) und »*Gr*« (Granit) bezeichneten schmalen Zonen südlich des Gotthardhospizes für Theile einer einzigen grossen Tiefengesteinsmasse[1], die sich zum Theil bereits ursprünglich durch Differenzirung unterschieden haben mögen, die aber ihre hauptsächlichsten Unterschiede nur einer ungleichen Umformung durch den Gebirgsdruck verdanken. Diese Überzeugung stützt sich nicht nur auf den makroskopischen Befund, sondern auch auf die mikroskopische Untersuchung

[1] Die früher gewöhnlich als »Eurit«, »kleinblättrig schieferige Gesteine« (von Fritsch) u. s. w. bezeichneten Gänge im Granit sind, worauf mich schon Hr. Prof. Sauer aufmerksam machte, nichts anderes als die gewöhnlichen Aplite und Lamprophyre anderer Tiefengesteinsmassive. Auch Schlierenknödel sind vielfach nachzuweisen. Nur sind alle diese Bildungen hochgradig metamorphosirt.

der einzelnen Gesteine, sowie auf die von Fritsch, Heim, Schmidt, Grubenmann, Stapff und anderen gegebenen vortrefflichen Beschreibungen. Über die Natur der südlich von Hospenthal und nördlich des Gamsbodens durchstreichenden Zone von »Gneissglimmerschiefern« (*Gn gl* v. Fritsch's) sowie der in der Tremolaschlucht südlich der auf Fritsch's Karte mit roter Farbe bezeichneten Granitlinse (»*Gr*«) auftretenden Bildungen (*Gl gn* mit *Gl a* wechsellagernd) erlaube ich mir kein Urtheil. Sie mögen eruptiven oder sedimentären Ursprunges sein. Das aber halte ich für sicher, dass sie ihre Parallelstructuren zur Zeit der Intrusion des granitischen Tiefengesteins schon besassen ebenso wie die zwischen der Rodont- und der Lucendro-Brücke anstehenden »Gneissglimmerschiefer« (*Gl gn* von Fritsch's). Für die letzteren lässt sich das sogar mit absoluter Bestimmtheit aus den prachtvollen Aufschlüssen am Nordrande des Lucendrosees und neben dem verfallenen Hause der zweiten Cantoniera nachweisen. Ebenso halte ich es für zweifellos, dass die äusseren Contactflächen des »Gamsbodengneisses« nördlich, und des auf der Karte roth signirten Granites südlich die ursprünglichen, primären Contactflächen sind. Diese Flächen fallen aber genau in derselben Weise, wie in der Adamellogruppe, unter das Tiefengestein ein; und ganz dasselbe gilt von einer grossen Anzahl von Contactflächen anderer alpiner Centralmassen mit Fächerstructur. Der Unterschied zwischen der Adamellogruppe und den meisten Schweizer Centralmassen besteht nur darin, dass diese nach ihrer Intrusion noch stark dynamisch beeinflusst wurden, die Adamellogruppe aber nur in ihren nordöstlichen Theilen eine stärkere Einwirkung des Gebirgsdruckes erkennen lässt, so dass wir an ihr die Verhältnisse der Centralmassen in besonders reiner Form beobachten. Hat doch schon der scharf blickende und um die Erforschung der Alpen so hochverdiente Baltzer die Adamellogruppe in eine Reihe mit den übrigen Centralmassiven gestellt und Beobachtungen darüber mitgetheilt, die ihm auch für sie eine Fächerstructur wahrscheinlich machten. Für die Adamellogruppe aber ist jetzt der Nachweis gegeben, dass die Trichtergestalt der Contactfläche ursprünglich, die Bankung des granitischen Gesteins eine der Contactfläche parallele Contractionsklüftung, die Bankung des anstossenden Sedimentgebirges seine Schichtung ist.

Ich glaube daher, dass die Fächerstructur der alpinen Centralmassen darauf beruhen dürfte, dass die granitischen Kerngesteine einen nach unten mehr oder weniger trichterförmig begrenzten Raum erfüllt haben, dass ihre die Fächerstructur hervorbringende Klüftung (Tafelstructur Studer's) eine primäre, der Contactfläche parallele Contractionsklüftung ist. Wir erkennen an manchen Centralmassen die Fächerstructur, an anderen nicht, weil bei den einen die höheren Theile der ursprüng-

lichen Masse bereits von der Erosion entfernt sind, bei den anderen eben erst entblösst werden. Mit einem Worte, die freigelegten primären Contactflächen der Fächerstructur besitzenden Centralmassen sind ihre ursprünglichen unteren Begrenzungsflächen. Ergibt sich die hier vertretene Deutung als richtig, so ergibt sich mit Nothwendigkeit eine weitere Folgerung. Die alpinen Centralmassen sind, wie aus den zahlreichen Forschungen der letzten Jahre immer deutlicher hervorgeht, fast alle eruptiven Ursprunges. Sie können dann nur Stöcke oder Lakkolithen oder endlich Übergangsformen zwischen Stock und Lakkolith sein. Denn für keine einzige alpine Centralmasse ist der von SUESS für seine Batholithen geforderte, nach unten sich stets vergrössernde Querschnitt nachgewiesen. An dem Adamellotonalit und den übrigen mit Fächerstructur versehenen Centralmassen ist ein Parallelismus zwischen der Contactfläche und der Schichtung des angrenzenden Sedimentärgebirges bez. den vor der Intrusion entstandenen Parallelstructuren des angrenzenden Eruptivgebirges theils sicher constatirt, theils wahrscheinlich, wenn auch im Einzelnen viele Unregelmässigkeiten erkennbar sind. Sie sind demnach entweder zu den typischen Lakkolithen zu rechnen, oder sie gehören doch wenigstens in deren Nähe. Während man nun Lakkolithen stets brotlaibähnlich, nämlich mit gewölbter Oberfläche und ebener Unterfläche, sowie mit einem im Verhältniss zu der ganzen Masse schmalen Zufuhrkanal darstellt, ergibt sich hier eine ganz andere Form. Die Abnahme des Querschnittes nach unten ist gering, die unteren Contactflächen haben die Gestalt eines Trichters. Charakteristisch ist aber auch hier das bei bestimmten Massen (Adamello) sehr häufige Auftreten von Lagergängen des Tiefengesteins in dem benachbarten Schichtgebirge.

Da nun an den americanischen und anderen Lakkolithen[1] die untere Grenzfläche meist nur auf ganz unbedeutende Strecken verfolgt werden konnte, an den hier besprochenen Centralmassen aber auf grosse Strecken aufgeschlossen ist, so dürfte die zweite Form entweder oft neben der ersten auftreten oder aber die allein vorkommende sein. Sie scheint mir auch mit unseren übrigen Anschauungen über die Intrusionsmechanik von Tiefengesteinen, so weit solche Anschauungen überhaupt bereits vorhanden sind, nicht im Widerspruche zu stehen.

In einer früheren Arbeit[2] hob ich hervor, dass die von MICHEL-LÉVY, SUESS und anderen vertretene sogenannte »Aufschmelzungshypothese« auf den Adamellotonalit nicht anwendbar ist. Ich führte als Beweis dafür unter anderem die Thatsache an, dass ich »hornblendearme,

[1] Ich muss es mir versagen, schon hier auf die wichtigen neueren Untersuchungen von LÖWL über alpine Centralmassen einzugehen.

[2] TSCHERMAK's Mittheilungen XVII, S. 173.



quarzreiche Varietäten als Randfacies ebensowohl im Contacte mit den sauren Quarzlagenphylliten des Nordens, wie mit basischen Pyroxen- und Amphibolhornfelsen der Westseite« gefunden hatte. Ich kann nun hinzufügen, dass ich derartige hornblendearme oder -freie Tonalitvarietäten jetzt auch an mehreren Stellen der Südseite des Massives in unmittelbarem Primärcontacte mit Triasmarmorlagern gefunden habe, wo man doch gewiss nach der Aufschmelzungshypothese eine starke Anreicherung des Magmas an Kalksilicaten erwarten müsste. — Allerdings ist es richtig, dass im Grossen und Ganzen hornblendereiche Varietäten des Tonalites im Süden häufiger sind als im Norden. Das wird aber nach der angeführten Beobachtung Niemand mehr als eine Stütze für die Aufschmelzungshypothese verwerthen können.

An vielen Stellen des Tonalitmassives treten Gesteinsvarietäten auf, die ungewöhnlich reich an Hornblende sind und keinen oder doch nur verschwindend wenig Biotit führen. Dabei bildet in einzelnen dieser Varietäten die Hornblende nur ganz kurze gedrungene Individuen, in anderen, wie in dem früher von mir beschriebenen[1] Riesentonalit der Val di Dois und in manchen Gesteinen beider Flanken des Cornone di Blumone lang nadelförmige, ja in der Val di Dois bis 29^{cm} Länge erreichende Krystalle. Ich habe nun an einer Reihe von Aufschlüssen mit Sicherheit nachweisen können, dass diese Varietäten in Form von Schlieren oder Schlierengängen in dem Hauptgestein auftreten. An einzelnen Stellen ergab es sich merkwürdiger Weise, dass die langen Hornblendenadeln senkrecht auf der begrenzenden Fläche des »Schlierenganges« stehen, wodurch es wahrscheinlich gemacht wird, dass ein Theil dieser Bildungen überhaupt vielleicht besser zu den Pegmatiten zu stellen wäre. Bemerkenswerth ist es, dass der früher[2] von mir beschriebene Pyroxen einzelner Tonalitvarietäten auch in diesen hornblendereichen Bildungen auftritt. Ich fand ihn in einem im letzten Sommer gesammelten Stück mit kurzen Hornblendekrystallen vom Monte Mattoni (Val Buona). Ebenso beobachtete ich in der Valle di Stabio am linken Gehänge des Thales oberhalb der Malga Stabio di sopra mitten in metamorphen Muschelkalkschichten einen Gang von Pegmatit, der ziemlich reich an $1-3^{cm}$ langen, höchstens $3-4^{mm}$ breiten undurchsichtigen dunkelgrünen Pyroxennadeln ist. Diese sind begrenzt von $\infty P\bar{\infty}\{100\}$, $\infty P\breve{\infty}\{010\}$ und $\infty P\{110\}$, besitzen eine vorzügliche Theilbarkeit nach der Basis, lassen auf dieser die eine optische Axe ziemlich central, auf $\infty P\bar{\infty}\{100\}$ die andere deutlich schräg austreten und haben einen Winkel $c:\mathfrak{c}$, der

[1] Tschermak's Mittheilungen XII, 1891. S. 415.
[2] Tschermak's Mittheilungen XVII, S. 173.

40° zu übersteigen scheint. Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich um einen Pyroxen der Diopsidreihe. Es ist das für das Adamello-Tonalitmassiv die erste Beobachtung eines Pyroxen-führenden Pegmatites.

CURIONI hatte schon im Jahre 1872[1] darauf aufmerksam gemacht, dass er im oberen Blumonethal auf dem Wege zum Passo del Termine (2334^m) eine Strecke weit mitten in dem Tonalit eigenthümliche »scisti neri e rubiginosi« gefunden hatte. Er beobachtete ferner am Passo del Termine selbst wie an dem nordwestlich davon liegenden Passo della Rossola[2] (2595^m) auf der Oberfläche des Tonalites meist keilförmige, von ihm auch abgebildete Schollen von ähnlichen Gesteinen offenbar sedimentärer Herkunft. Diese Beobachtungen, auf die SUESS[3] 1885 wieder aufmerksam machte, obwohl sie damals in ihrer Unvollständigkeit noch nicht erlaubten, weitergehende Schlüsse zu ziehen, haben mich schon 1891 veranlasst, den Passo della Rossola zu überschreiten. Aber leider verhinderte mich damals dichter Nebel, mehr als die unmittelbare Umgebung zu erkennen. Diesmal dagegen konnte ich die ganze obere Val Blumone und den zwischen dem Passo del Termine und dem Passo della Rossola gelegenen obersten Thalkessel der Val di Leno bei prachtvoll klarem Wetter begehen und erhielt dabei die folgenden Ergebnisse, die nicht nur für die Tektonik des Adamellogebietes von Bedeutung sind, sondern auch **das tertiäre Alter des Tonalites**, wenigstens meiner Meinung nach, **positiv beweisen.**

Von der Malga Lajone di sotto an der Vereinigungsstelle des Lajone- und Blumonethales zieht sich eine zusammenhängende Zone von contactmetamorphen,. der mittleren und oberen Trias angehörenden Schichten mitten in das Tonalitmassiv hinein. Sie geht das ganze obere Blumonethal hinauf, überschreitet den Kamm zwischen dem Passo del Termine und dem Passo del Gelo, steigt bis zum Bache des Lenothales hinunter, ist auf der anderen Thalseite unten durch einzelne isolirte Schollen[4] metamorphen Muschelkalkes mitten im Tonalit angedeutet und findet endlich ihr jetziges Ende am Passo della Rossola. Sie zweigt also von der zusammenhängenden Triaszone der Südseite des Tonalitmassives ab, streicht in steiler, meist annähernd verticaler Schichtstellung zuerst nach NO., dann nach NNO. und N., biegt im Lenothal allmählich nach NNW., NW. und WNW. um und hört end-

---

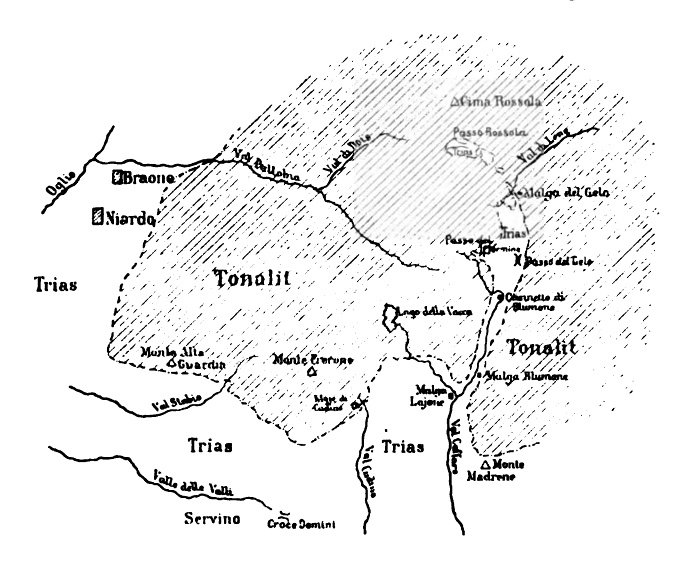
[1] Ricerche geologiche sull' epoca dell' emersione delle rocce sienitiche (Tonalite) della catena dei monti dell' Adamello. Mem. Istituto Lombardo. Vol. XII, p. 341—360.

[2] Vergl. das beigegebene kleine Übersichtskärtchen.

[3] Antlitz der Erde I, S. 355, Anm. 3.

[4] Die Fundstellen der Eingangs erwähnten Zeolithe.

lich am Passo della Rossola, beinahe genau nach W. gerichtet, auf. Bei der Malga Blumone di sopra (1801^{m}) erkennt man deutlich, dass die Schichten von beiden Seiten her dem Bache zufallen, dass es sich also hier um eine kolossale steile Synklinale handelt, die von oben nach unten in den Tonalit eindringt. Nicht überall sind beide Flügel der Synklinale erhalten und vielfach lässt es sich nicht nachweisen, wie tief sie in den Tonalit hinunterdringt. Auf der Westseite des Lenothales aber, an der Rossola ist der unterlagernde Tonalit direct entblösst; und das Fehlen einer Fortsetzung unserer nach W.



Schematisches Übersichtskärtchen des südwestlichsten Theiles der Adamellogruppe.

Orte. Seen Tonalit. Trias. △ Berggipfel. ▪ Häuser.

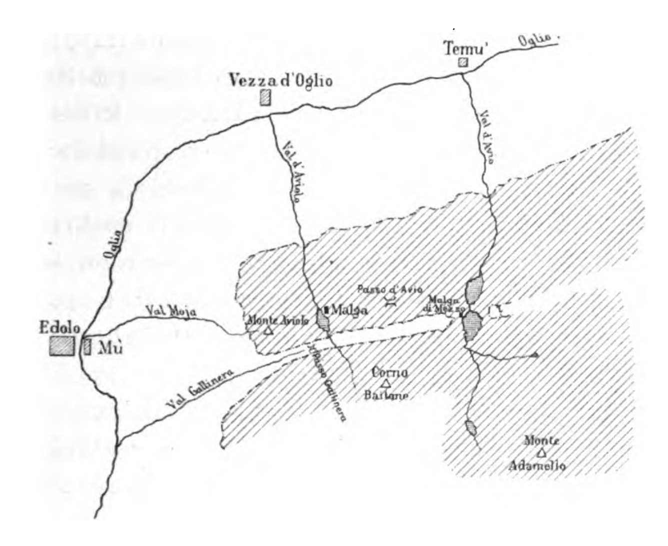
Maafsstab 1:200000.

gerichteten Zone in dem Tonalitgebiet westlich der Rossola beweist, dass auch dort die Denudation bereits unter das Niveau der Trias gelangte.

Ehe ich auf die Bedeutung der beschriebenen Erscheinungen eingehen kann, muss ich daran erinnern, dass ich schon früher[1] eine ähnliche Zone von steil stehenden metamorphen Gesteinen mitten im Tonalit des Passo Gallinera (in der nördlichen Adamellogruppe) beschrieben und abgebildet habe. Nur liegen dort die Verhältnisse insofern nicht so einfach, als die metamorphe Zone des Gallinerapasses

[1] Diese Berichte 1896, S. 1047–1048 und Tschermak's Mittheilungen XVII, S. 115–117. Profil I.

in der Mitte durch eine steil stehende Verwerfung, offenbar sehr jugendlichen Alters, getheilt wird. Nördlich von dieser besteht sie aus metamorphen Quarzlagen-Phylliten, südlich aus unterer Trias. Beide sind ihrerseits in Primärcontact mit dem Tonalit. Ich hatte schon damals diese Zone nach Osten hin über das Aviolothal hinweg »bis auf den hohen Kamm hinauf verfolgt, der Val d'Aviolo und Val d'Avio trennt. Auch kenne ich sichere Zeichen für ihre Existenz im Aviothal selbst, wo ich sie in diesem Sommer weiter zu verfolgen gedenke«.[1] Das ist nun jetzt geschehen; und zwar fand ich, von Süden kommend, beim



Schematische Kartenskizze des nordwestlichen Theiles der Adamellogruppe.

☐ Orte. Seen u. ausgefüllte Seebecken. ▨ Tonalit. ☐ Phyllite, Perm, Trias. △ Berggipfel. ▪ Häuser.

Maafsstab 1:200000.

Abstiege vom Adamellogipfel (3554^m) bis unterhalb der Malga Levedole (2042^m) im Aviothale überall Tonalit anstehend. Ganz wenig oberhalb der Malga di Mezzo aber bringt auf der linken Thalseite ein kleiner Bach, der nur wenige hundert Meter über der Malga dem Gehänge entspringt, nicht gerade häufige, aber doch auch keineswegs seltene Gerölle von typischen Cordierithornfelsen bez. Hornfelsavioliten[2] mit sich herunter. Es sind das genau dieselben Gesteine, die die metamorphe Phyllitzone des Passo Gallinera und der obersten Val d'Aviolo

[1] A. a. O. S. 117.

[2] Über diesen Namen vergl. man TSCHERMAK's Mittheilungen XVII, S. 150, bez. das Referat im Neuen Jahrb. für Mineralogie 1898. I, 283.



zusammensetzen. Auf der gegenüberliegenden Seite des Aviothales steht unten überall Tonalit an; und auch in den Bächen sah ich nur Tonalitgeschiebe. Dennoch schien östlich der vordere Ausläufer des unbenannten Berges zwischen Valle del Veneroccolo und Valle dei Frati in seinen höheren Theilen bei der allerdings sehr ungünstigen Mittagsbeleuchtung eine andere Färbung zu besitzen, als die umgebenden zweifellos aus Tonalit bestehenden Kämme und Gipfel. Möglicherweise ist also dort hoch über der heutigen Thalsohle die Fortsetzung der metamorphen Zone zu finden.

Wie das aber auch sei, soviel steht fest, dass an zwei Stellen in das scheinbar geschlossene und einheitliche Tonalitmassiv aus dem unveränderten umgebenden Sedimentgebirge steil stehende Zonen bez. Synklinalen viele Kilometer weit eindringen, unten bald in grösserer, bald in geringerer Tiefe auf dem Tonalit aufliegen und allseitig mit diesem in Primärcontact sind. Sie können also nicht nachträglich durch Verwerfungen in die Centralmasse eingebettet worden sein, sondern müssen ihre steile Schichtstellung entweder zur Zeit der Tonalitintrusion schon besessen oder gleichzeitig mit ihr erhalten haben.

Berücksichtigt man nun, dass die Triasschichten der Südalpen vor der tertiären Alpenfaltung keine grösseren Gebirgsbewegungen durchmachten und dass die metamorphe Doppelzone des Gallinerapasses zum Theil, die Zone des Passo del Termine ganz und gar aus Trias besteht, so folgt aus diesem Grunde mit Sicherheit **das tertiäre Alter der Tonalitintrusion**, dessen Wahrscheinlichkeit ich schon früher auf indirectem Wege gezeigt habe.[1]

Ich brauche wohl nicht erst hervorzuheben, dass durch diesen Nachweis der Grad der Wahrscheinlichkeit ganz ausserordentlich erhöht wird, dass auch die anderen granitischen Massen des »periadriatischen« Randbogens bis zum Bachergebirge hin erst in der Tertiärzeit intrudirt sind.

Zum zweiten Male bin ich so gezwungen, einem nicht unbeträchtlichen Theile der alpinen Centralmassen ein tertiäres Alter zuzuschreiben im Gegensatz zu dem, was bis zum Erscheinen meiner vorigen darauf bezüglichen Arbeit[2] als allgemein anerkannte, seit Jahrzehnten nie angezweifelte Lehre galt und wohl auch heute noch gilt. Aber gerade darum wäre es mir erwünscht, wenn die zahllosen Gegner der von

[1] Tschermak's Mittheilungen XVII, S. 194 und 243.
[2] A. a. O. S. 109—284.

mir vertretenen Anschauung mit Gegengründen hervortreten würden[1], damit durch eine sachliche Discussion die Richtigkeit oder Unrichtigkeit meiner Behauptung in einer Alle überzeugenden Weise dargelegt wird. Das Interesse, was sich an die Frage knüpft, ihre Bedeutung für die ganze Alpengeologie, ist zu gross, als dass man sie mit Stillschweigen übergehen könnte.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf hinweisen, dass man überhaupt in den letzten Jahrzehnten es immer als selbstverständlich angesehen hat, dass die alpinen Centralmassen »uralt« sein müssten. Man liess dabei nur die wenigen Ausnahmen aus dem Spiele, in denen eine evidente Contactmetamorphose triadischer Schichten[2] das Gegentheil bewies; aber auch da gab es Zweifler; und auch da nahm man zum Theil ohne jeden Grund noch ein möglichst grosses Alter, nämlich ein triadisches, an. Der Hauptgrund für die allgemeine Auffassung war die Thatsache, dass im Gegensatz zu der Anschauung einer früheren Generation viele granitische Centralmassen offenbar nicht die Ursache der Alpenhebung waren, sondern passiv von ihr erfasst zu sein schienen. Da man diese Auffassung allgemein theilte, so sah man naturgemäss auch in den zahlreichen granitischen Geröllen der nordalpinen Verrucanoconglomerate »Protogin« und zweifelte keinen Augenblick daran, dass sie von den centralalpinen Kernen abstammen. Dazu kam, dass man bis vor kurzer Zeit fast gar keine guten petrographischen Untersuchungen der Verrucanoconglomerate besass. Man vergleiche nun aber die vortrefflichen Studien von MILCH[3] und seine klaren Beschreibungen der allgemein als »Protogin« bezeichneten Gerölle. Niemand kann für sie den Beweis liefern, dass sie mit den centralalpinen Graniten identisch sind. Es sind durchaus nicht charakteristische, durch seltene Übergemengtheile oder seltsame Structuren leicht identificirbare Gesteine, sondern in der ganzen Welt verbreitete Typen, die ebenso gut aus dem Schwarzwald und den Vogesen oder aus tief unter der Po-Ebene vergrabenen Massen stammen können. Ja, ich würde es für sehr schwierig halten, sie von ähnlich erhaltenen Geröllen der in der That wahrscheinlich uralten Tessiner Gneisse zu unterscheiden. Und diese Überzeugung theile ich mit anderen mit den Alpen vertrauten Fachgenossen. Ich bin sogar auf die Möglichkeit einer Verwechselung der Verrucano-»Protogin«-Gerölle mit Geröllen von Tessiner Gneiss zuerst von meinem Freunde,

---

[1] Einen mir jüngst gemachten Einwand habe ich schon zu entkräften versucht. Vergl. meine Arbeit in den Verhandl. d. K. K. geol. Reichsanstalt zu Wien, 1898. S. 327—333.

[2] Monzoni, Predazzo, Adamello.

[3] Beiträge zur Kenntniss des Verrucano. II. Theil. Leipzig 1896. S. 46—73.

Hrn. Prof. Sauer, aufmerksam gemacht worden, der sich gleichfalls demnächst auf Grund eigener Untersuchungen über diese Frage äussern wird.

Das Auftreten von granitischen Geröllen im nordalpinen Verrucano und in dem carbonischen Conglomerat von Manno wird man nach diesen Ausführungen wohl kaum als einen Beweis für hohes Alter der Gotthardgranite oder anderer alpiner Centralmassen ansehen dürfen. Aus dem südalpinen Perm-Verrucano ist aber meines Wissens bisher vom Lago Maggiore bis an die Ostgrenze der Alpen niemals ein Granitgeröll oder eines der charakteristischen Contactgesteine der granitischen Massen beschrieben worden.[1] Ja, nicht einmal in den zum Theil in grosser Nähe von granitischen Kernen (Baveno, Cima d'Asta) auftretenden Liasbreccien und -Conglomeraten sind je Gerölle gefunden worden, die mit Sicherheit auf jene oder ihre Contactbildungen bezogen werden müssten.[2]

Man wird mir nun einwenden, dass ein tertiäres Alter für die meisten Centralmassen unmöglich sei, weil diese ja deutlich die Spuren dynamischer Einwirkung eben der tertiären Alpenfaltung an sich tragen und deshalb schon vorher existiren mussten. Aber man berücksichtige auch, dass die tertiäre Faltung der Alpen einen gewaltigen Zeitraum innerhalb der Tertiärperiode umfasst hat. Es ist daher sehr wohl möglich, dass eine erste Bewegungsphase die Granite zur Intrusion brachte, eine spätere sie nach ihrer Erstarrung dynamisch umformte. Das habe ich z. B. für den Tonalit in der Nähe der Judicarienlinie nachgewiesen. Auch häuft sich die Zahl der Fälle, in denen eine gewissenhafte Untersuchung dynamisch umgeformter Eruptivmassen zeigt, dass die Umformung der Erstarrung auf dem Fusse folgte.

Es fehlt überhaupt für die meisten alpinen Centralmassen jeder wirklich überzeugende Beweis für ein hohes Alter.[3] Sie können sehr alt, sie können aber ebenso gut sehr jung sein; ja sie sind zum Theil bestimmt tertiären Alters. Wenn wir nun aber vorurtheilsfrei an die Frage herantreten, ob irgend eine Periode der geologischen Geschichte unserer Alpen einen grösseren oder geringeren Anspruch darauf besitzt, als Intrusionsepoche der Centralmassen oder eines Theiles von ihnen angesehen zu werden, so besitzen die Zeit der carbonischen Faltung des jetzt zu den Alpen gehörigen Theiles der Erdkruste, das

[1] Über die Verhältnisse an der Cima d'Asta vergl. man meine bereits citirte Arbeit in den V. k. k. geol. Reichsanstalt 1898.

[2] Die Herkunft der Graubündener krystallinen Liasgerölle ist nach Steinmann sehr fraglich; und auch die von Dalmer beschriebenen Granitgerölle des Engadiner Verrucano bedürfen einer erneuten Untersuchung.

[3] Natürlich beweist das Fehlen der Gerölle im Verrucano und Lias noch kein junges Alter. Die Centralmassive des Mont Blanc und der Tessiner Alpen halte auch ich für sehr alt.

Perm, die Trias und das Tertiär diesen Anspruch. Denn in Perm und Trias hat nachweislich eine weitgehende Zerklüftung der alpinen Erdkruste stattgefunden, die nicht nur das Hervordringen der kolossalen Lavamassen jener Epochen, sondern auch die Intrusion granitischer Kerne begünstigen konnte. Noch grösser aber ist diese Wahrscheinlichkeit für die beiden Epochen der Faltung der Alpen; denn man darf doch nicht vergessen, dass zur Emporhebung so kolossaler Magmamassen gewaltige Kräfte nöthig waren. Derartige Kräfte aber können nach unseren Vorstellungen über die Intrusion plutonischer Massen nur ausgiebige Bewegungen der festen Erdkruste liefern.

Handelt es sich aber nun um die Frage, welche der beiden Faltungsperioden mit grösserer Wahrscheinlichkeit als die Intrusionsperiode der meisten Centralmassen anzusehen ist, so ist hervorzuheben, dass das Beispiel der periadriatischen Massen, sowie eine Anzahl von Beobachtungen, die Hr. Prof. Sauer, wie ich mit seiner freundlichen Erlaubniss schon jetzt sagen darf, demnächst veröffentlichen wird, mehr für die Tertiärzeit sprechen, dass es aber sehr wohl möglich ist, dass in beiden Perioden Centralmassen gebildet worden sind, vielleicht ausserdem auch noch im Perm und in der Trias.

Zum Schlusse möge endlich noch eine letzte nicht weniger wichtige Frage wenigstens gestreift werden. Wenn ein Theil der alpinen Centralmassen wirklich tertiären Alters ist, warum soll man da noch leugnen, dass die Hebung dieser Massen einen wesentlichen Antheil an der Hebung der Alpen hatte? Musste nicht die kolossale Kraft, die so viele Cubikkilometer granitischen Magmas in die Höhe zu pressen vermochte, auch mit dem Magma zusammen die darüber befindlichen festen Theile der Erdkruste in die Höhe heben? — Ich glaube, man wird diese Frage bejahen müssen und wird dann die zum Theil die Umgebung weit überragenden Höhen der Centralmassive nicht nur ihrem grösseren Erosionswiderstande zuschreiben müssen, sondern auch dem Umstande, dass dort, wo sie in die Höhe gepresst wurden, die hebende Kraft am energischsten wirkte. Damit aber würden wir uns den Anschauungen der in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts wirkenden grossen Geologen sehr stark annähern, wenn wir auch mittlerweile andere Vorstellungen über die Art der die Gebirgshebungen bewirkenden Kräfte gewonnen haben.

Über eine Methode zur objectiven Darstellung und Photographie der Schnittcurven der Indexflächen und über die Umwandlung derselben in Schnittcurven der Strahlenflächen.

Von C. Leiss
in Steglitz bei Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Klein am 12. Januar [s. oben S. 3].)

Mit dem von Pulfrich[1] angegebenen und von mir modificirten, in der Zeitschrift für Krystallographie 1898 Bd. 30, S. 357 beschriebenen Refractoskop lässt sich in bequemer Weise die objective Darstellung und Photographie der geschlossenen Grenzstrahlen (Schnittcurven der Indexflächen) vollziehen. Eine Methode aber, das Bild der Strahlenfläche auf experimentellem Wege zur Anschauung zu bringen, ist bisher nicht bekannt geworden.

Von Hrn. Kalkowsky erhielt ich vor einiger Zeit gelegentlich eines Besuches die Anregung, mit Hülfe eines parabolisch gestalteten Glaskörpers[2] — anstatt des Cylinders (Pulfrich), der Halbkugel (Abbe-Bertrand) oder des von mir benutzten Kegels — einen diesbezüglichen Versuch auszuführen. Nachdem ich bereits vor zwei Jahren zu Beginn meiner Versuche auf diesem Gebiete einmal das gleiche Ziel durch Anbringung eines concentrischen, den Cylinder des Pulfrich'schen Refractoskopes umgebenden Spiegels vergeblich zu erreichen suchte[3], trat ich doch der von Hrn. Kalkowsky gegebenen Anregung näher

[1] C. Pulfrich, Zeitschrift für Instrumenten-Kunde 1887 Bd. 7, S. 25. Derselbe, Das Totalreflectometer u. s. w. S. 20, Fig. 11, Leipzig 1890.

[2] Die Herstellung eines derartigen Glaskörpers ist selbst für einen geschickten Optiker eine ausserordentlich mühsame und schwierige.

[3] Die Ursache des Misslingens bei meiner damaligen Versuchsanordnung, welche, wie sich nun bei meinen nachstehend erläuterten Experimenten herausstellte, doch als recht zweckmässig und praktisch erwies, lag lediglich an der Benutzung des cylindrischen Glaskörpers, welcher besonders bei stark doppelbrechenden Krystallen eine so merkliche Verzerrung der Curve der durch eine Ellipse repraesentirten ausserordentlichen Strahlen erzeugte, dass ich von weiteren Versuchen in dieser Richtung damals wieder abkam.

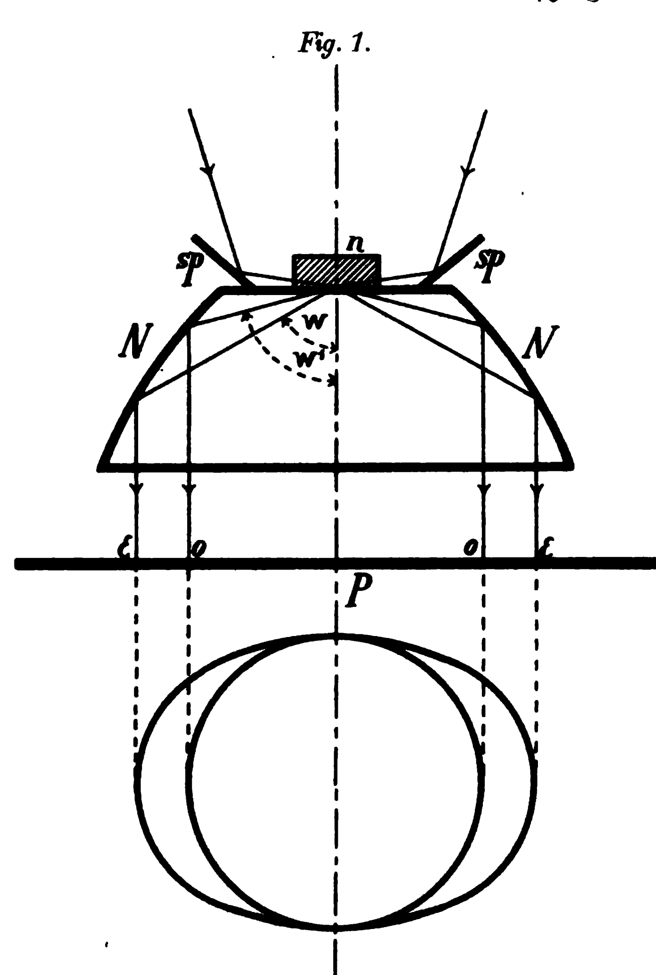
und construirte einen dafür geeigneten Glaskörper, mit dem in der That auch das Experiment gelang.

Fig. 1 giebt eine schematische Darstellung dieser Versuchsanordnung. Pfeile deuten den Gang der Lichtstrahlen an. Diese letzteren, von einer beliebigen Lichtquelle ausgehend, dringen nach ihrer Reflexion an dem concentrischen unter 45° geneigten Metallspiegel streifend in die Substanz *n* ein, werden nach ihrer Brechung an der Grenzfläche in dem parabolischen Glaskörper an dessen versilberter Fläche reflectirt und gelangen sodann auf den Auffangeschirm, die matte Glasscheibe oder auf die photographische Platte *P*. In der Figur ist für die Substanz *n* eine parallel der Axe geschnittene Kalkspathplatte angenommen und für den parabolischen Glaskörper *N* ein Flintglas vom Brechungsindex

$$n_D = 1.7173$$

berücksichtigt. Die Grenzwinkel *w* und *w'* der beiden Strahlen *o* (ordentlichen) und ε (ausserordentlichen) des Kalkspathes betragen hierbei 74° 58' (*o*) und 59° 56' (ε). Die parabolische Fläche von *N* wurde derart construirt, dass möglichst alle auf dieselbe fallenden Strahlen und insbesondere diejenigen, deren Grenzwinkel dem mittleren Brechungsexponenten des Kalkspathes entsprechen, parallel der geometrischen Axe von *N* reflectirt wurden. Aus der Construction der Fig. 1 ist nun ohne Weiteres ersichtlich, dass hierbei entgegen der bei der Darstellung der Schnittcurven der Indexflächen[1],

Fig. 1.



[1] C. Pulfrich, a. a. O. Fig. 4; C. Leiss, Zeitschrift für Krystallographie 1898 Bd. 30, S. 357, Fig. 2 und 3.

erforderlichen Anordnung, bei welcher für einen Krystall von negativem Charakter der Doppelbrechung die Kugel das Ellipsoid umgiebt, das Ellipsoid die Kugel umschliesst.

Nachdem es mir gelungen war, mit Hülfe der soeben erläuterten Vorrichtung ein Bild der Schnittcurven der Strahlenfläche zu erhalten, nahm ich auch meine früheren Versuche, bei denen ich den Glaskörper des von mir a. a. O. beschriebenen Refractoskopes mit einem concentrischen trichterförmigen Spiegel umgab, wieder auf. Diesmal jedoch benutzte ich anstatt des Cylinders allein nur die Abbe'sche Halbkugel, die ich auch zur Aufnahme der a. a. O. in der Reproduction wiedergegebenen Schnittcurven der Indexflächen des Kalkspathes und der Weinsäure u. s. w. angewandt habe. Welchen Vortheil diese obendrein viel einfachere Anordnung gegenüber der vorherbeschriebenen besitzt, wird am besten durch die Fig. 2 und 3 illustrirt, denn sie ermöglicht uns, nicht nur das Bild der Schnittcurven der Indexfläche eines Krystalles, sondern auch das approximative der Strahlenfläche desselben auf ein und derselben Platte photographisch zu fixiren.

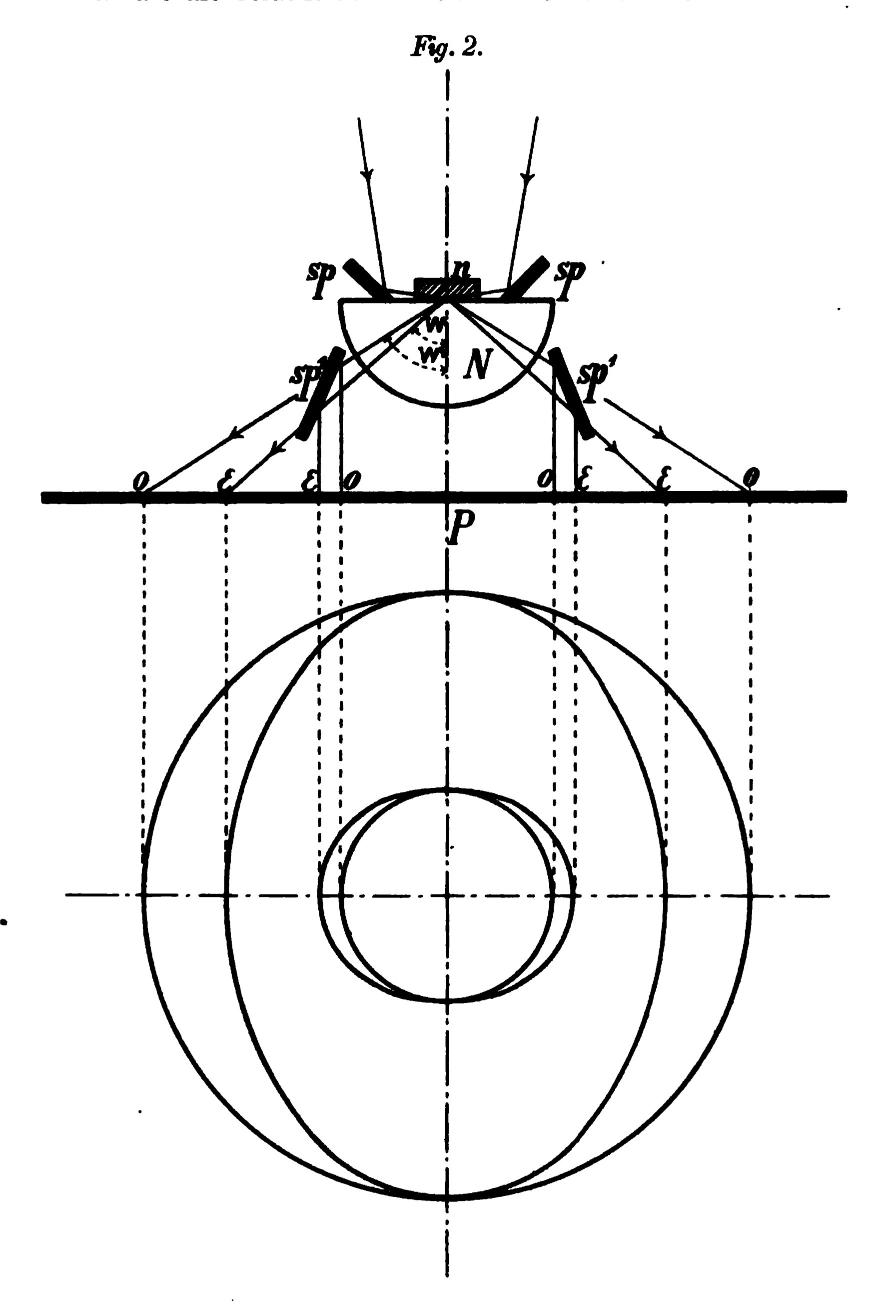
Erläuterung der Figur 2. *sp* ist ein unter 45° geneigter concentrischer Metallspiegel, *n* der Krystall, *N* der halbkugelförmige Glaskörper und *sp'* ein trichterförmiger concentrischer Spiegel, welcher die aus der Halbkugel austretenden Strahlen annähernd parallel[1] der Axe der Halbkugel reflectirt. Als *n* wurde wie bei der vorigen Anordnung wieder Kalkspath angenommen und der Verlauf des durch Pfeile angedeuteten Strahlenganges für dieses charakteristische Beispiel in der Figur berücksichtigt. Der Brechungsindex des Glases von *N* beträgt für Na-Licht 1.9626, wofür sich als Grenzwinkel (w) für den ordentlichen Strahl (o) 57°40' und für den ausserordentlichen Strahl (ε) 49°13' berechnet.

Aus Fig. 2 geht nun klar hervor, dass der von den ordentlichen Strahlen mit dem grösseren Brechungsexponenten gebildete Kreis die von den ausserordentlichen Strahlen erzeugte Ellipse umschliesst, solange die aus der Halbkugel austretenden Strahlen ungehindert zum Auffangeschirm gelangen können. Umgiebt man nun aber die Halbkugel in der angedeuteten Weise mit dem Spiegel *sp'*, so werden alle

[1] Genau parallel der Axe der Halbkugel wird im vorliegenden Fall unter Berücksichtigung der angegebenen Glassorte und des Kalkspathes nur derjenige Strahl reflectirt, dessen Grenzwinkel dem mittleren Brechungsexponenten des Kalkspathes entspricht. Nur für diesen Strahl sind demgemäss der Einfalls- und Austrittswinkel gleich gross. In Folge dessen und auch aus weiter unten (S. 45) angeführtem Grunde ist es bei der gegebenen Anordnung nicht erreichbar, die Schnittcurven der Index- und Strahlenflächen in ihrem wahren Verhältniss darzustellen, sondern in einem durch obige Construction bedingten.

Strahlen mit grösseren Grenzwinkeln eine frühzeitigere Reflexion an *sp'* erfahren als die Strahlen mit kleineren Grenzwinkeln. Wir erhalten

Fig. 2.

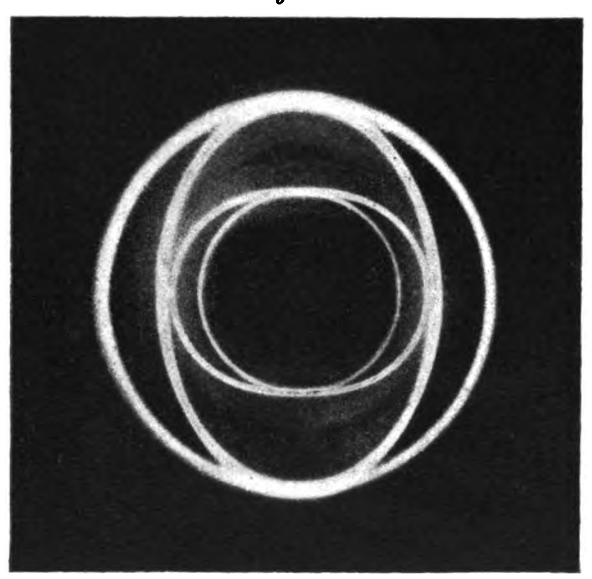


so den umgekehrten Fall wie zuvor, und damit ein Bild der Schnittcurven der Huyghens'schen Strahlenfläche.

Die Fig. 2 lässt erkennen, dass es natürlich nicht gelingt, die Aufnahmen beider Schnittcurven gleichzeitig auszuführen, sondern dass die Operationen getrennt und nach einander geschehen müssen. Es

bereitet dies denn auch, wenn sonst alle Bedingungen für das gute Gelingen der Aufnahmen erfüllt sind, keine sonderlichen Schwierigkeiten. Besondere Sorgfalt erfordert während der stets zuerst auszuführenden Aufnahme der Schnittcurven der Indexfläche die gleichmässige Abblendung des innerhalb der Grenzcurven gelegenen Lichtgebietes, damit dieser Theil der Platte für die Aufnahmen der Schnittcurven der Strahlenfläche unbelichtet bleibt. Die erforderlichen Abblendevorrichtungen brachte ich mir an dem etwas dafür abgeplatteten Pol der Halbkugel an, indem ich gegen die abgeplattete Fläche ein mit Gewinde versehenes Scheibchen kittete, auf dem dann die aus dünnem Blech gefertigten Blenden von den jeweilig nöthigen Grössen befestigt wurden.

Fig. 3.



Da die Strahlen aus der Halbkugel N convergirend austreten, musste die photographische Platte nahe der Halbkugel und zwar nach Möglichkeit in deren Bildebene gebracht werden, um, soweit es eben erreichbar ist, scharf abgebildete Grenzen zu erhalten. Für Kalkspath mit seiner starken Doppelbrechung ist es natürlich nicht möglich, auf ebener Platte gleichzeitig beide Curven mit gleicher Schärfe zu erhalten. Das würde nur durch Anwendung einer sphaerisch gekrümmten Platte, deren Kugelmittelpunkt mit demjenigen von N zusammenfiele, erreichbar sein.

Eine Reproduction einer mit der vorbeschriebenen Einrichtung ausgeführten Aufnahme ist durch Fig. 3, welche ein Bild der Schnittcurven der Indexfläche und ein solches der Huyghens'schen Strahlenfläche[1] zeigt, gegeben. Die Axe der Isotropie wird durch eine die vier Berührungspunkte der Curven schneidende Gerade repraesentirt.

Zu den Aufnahmen benutzte ich, wenn als Lichtquelle ein Gasglühlichtbrenner diente, gewöhnliche Gelatineplatten; bei der Beleuchtung mit Na-Licht wurden hingegen orthochromatische Platten benutzt. Im ersten Fall betrugen die Expositionszeiten für die Aufnahme der

[1] Vergl. die Anmerkung auf S. 43.

Curven der Indexfläche 3–4 Secunden und für die Aufnahme der Curven der Strahlenfläche etwa 1 Secunde. Bei der Beleuchtung mit Na-Licht mussten die Belichtungszeiten auf 5 bez. 2 Minuten erhöht werden. Die Lampen waren in beiden Fällen $20-30^{cm}$ vom Apparat entfernt.

Objective Darstellung der Schnittcurven der Strahlenflächen. Schon bei der Beleuchtung mit Gasglühlicht erscheinen die allerdings nur kleinen Curven (Grösse wie in Fig. 3) mit solcher Intensität auf der Mattscheibe, dass sie selbst jeder Zuhörer in einem grösseren Auditorium, welches dabei gar nicht sonderlich verdunkelt sein braucht, zu erkennen vermag. Sollen die Erscheinungen in grösserem Maassstabe zur Darstellung gebracht werden, so setzt man nach Entfernung der Mattscheibe hinter die Halbkugellinse eine einfache Projectionslinse, welche auf dem Wandschirm das in der Brennebene der Halbkugel entstehende Bild der Schnittcurven vergrössert zur Abbildung bringt. Unter Benutzung von Gasglühlicht habe ich z. B. die Erscheinung noch genügend hell und deutlich in etwa 1^{m} Grösse projicirt. Bei dieser Dimension befindet sich der Schirm ungefähr $1^{m}.25$ vom Apparat entfernt.

Ausgegeben am 26. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. III.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1897 . . . . ℳ 24.—

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . ℳ 4.50

» Mathematische Abhandlungen . . . . » 3.50

» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 14.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1896, 1897, 1898.

Weinhold: Zur Geschichte des heidnischen Ritus . . . . ℳ 2.—

Engler: Über die geographische Verbreitung der Rutaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . . . » 3.—

Schmoller: Gedächtnissrede auf Heinrich von Sybel und Heinrich von Treitschke . . . . . » 2.—

Erman: Gespräch eines Lebensmüden mit seiner Seele . . . . » 6.—

Engler: Über die geographische Verbreitung der Zygophyllaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . . . » 2.—

Stumpf: Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik . . . . » 3.50

Weinhold: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . » 2.50

Erman: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50

Köhler: Gedächtnissrede auf Ernst Curtius . . . . » 0.80

Harnack: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. Jablonski an den Präsidenten G. W. Leibniz (1700—1715) . . . . » 6.—

Weinhold: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—

Virchow: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—

Dümmler: Gedächtnissrede auf Wilhelm Wattenbach . . . . » 1.—

Engelmann: Gedächtnissrede auf Emil du Bois-Reymond . . . . » 1.—

Heymons: Grundzüge der Entwickelung und des Körperbaues von Odonaten und Ephemeriden . ℳ 4.—

Kopsch: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . » 1.50

Fränkel: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—

Kayser: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . » 2.50

Brenner: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . » 3.—

Richarz und Krigar-Menzel: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1897 . . . . ℳ 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . ℳ 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.



Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung . . . . *M.* 1.—
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen . 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente . . 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien . . . . 1.—
Weber: vedische Beiträge. VII. . . . . 1.—
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm . 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX. 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte . . . . . . 1.—
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären . . . . . . 1.—
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken . 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine 0.50
Vogel: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius . . 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen . . . . 1.—
Ziebarth: neue attische Grenzsteine 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus* 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X. 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI. 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos . . . . 1.—
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert . . . . 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

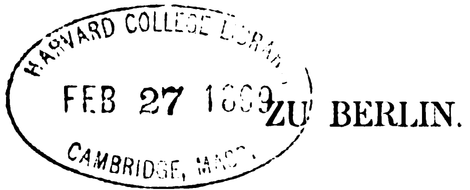
Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction . . . . *M.* 0.50
Virchow: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung 0.50
Salomon: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard 0.50
Leiss: Index- und Strahlenflächen 0.50

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



ZU BERLIN.

IV.

26. JANUAR 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1899.

IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

26. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit folgender Rede:

Der 24. dieses Monats ist der Tag, an dem König Friedrich II. geboren ward. Die Akademie der Wissenschaften, die bei Lebzeiten des grossen Königs diesen Tag zusammen mit seinem ganzen hochbeglückten Volke zu begehen pflegte, hat ihn alsdann zu einem dauernden Gedächtnisstag erkoren, an dem sie der dankbaren Erinnerung Ausdruck gäbe, dass König Friedrich, neben den gewaltigen Kriegserfolgen, durch die er sein Reich gross und mächtig gemacht hat, in dem unablässigen Bemühen, seines Volkes Bildung und Gesittung in allen Zweigen zu heben und zu veredeln, auch dieser Akademie der Wissenschaften sein scharfes Auge zugewendet und die schon nickende mit seines Geistes Fittig berührt und zu neuem Leben erweckt hat, und ihr eine lange Regierungszeit hindurch nicht bloss ein königlicher Schutz sondern auch ein thatkräftiger Mitarbeiter gewesen ist.

Was ehedem der 24. war, ist heute der 27. desselben Monats, der Tag, an dem das preussische Volk seinem angestammten Landesherrn, die deutsche Nation ihrem kaiserlichen Oberhaupt die Huldigungen patriotischer Gesinnung und ehrfurchtsvoller Dankbarkeit darbringt.

Der knappe Zwischenraum, der die beiden Feste trennt, hat veranlasst, beide gemeinsam an Einem Tage zu begehn. Indem die Akademie der Wissenschaften dieser äussern Nöthigung nachgab, war sie sich bewusst, nicht Unvereinbares zu verbinden, sondern eine Vereinigung herbeizuführen, die den Segen einer festgeschlossenen Dynastie empfinden lässt, und die, indem sie den Blick rückwärts und vorwärts zu wenden gestattet, das Bewusstsein stärkt, dass, was einst König

Friedrich's heller Blick vorgeschaut und vorgeahnt, und was seine unvergleichliche Thatkraft geschaffen, nicht in Vergessenheit gesunken sondern in lebendiger Entwicklung fortwirkt, aber auch den Abstand zu ermessen nahelegt, der die heute auf allen Gebieten staatlicher Ordnung und menschlicher Erkenntniss errungene stolze Höhe von den Tagen Friedrich's trennt, und aus der Vergangenheit zuversichtliche Hoffnungen für die Zukunft zu schöpfen antreibt.

Indem ich der Feststimmung, mit der uns die Doppelfeier erfüllt, gebührend Ausdruck leihe, wird es kein Abbruch vaterländischer Empfindung sein, wenn ich die Gedanken einen Augenblick bei König Friedrich zu befestigen versuche, und der Akademie der Wissenschaften nicht unwürdig, an dem Unerschöpflichen die wissenschaftliche und Schriftsteller-Bedeutung in das Auge zu fassen, in Erinnerungen an des Königs Verkehr mit einem der grössten Gelehrten seiner Zeit: ich meine den Franzosen d'Alembert, auf den das Wort des Dichters passt *principibus placuisse viris non ultima laus est*, der den Grossen dieser Erde vielfach nahe zu treten und ihr Wohlgefallen zu erwerben das Glück gehabt hat, vor allem aber ein volles Menschenalter hindurch König Friedrich's Huld und Zuneigung in so einzigem Grade genossen hat, dass er einstmals, andre Ehren von sich weisend, nur den Einen Wunsch geäussert, auf seinem Grabe möchten die Worte stehn, dass der grosse Friedrich ihn durch seine Güte und durch seine Wohlthaten geehrt habe. Zeugniss für dieses Verhältniss giebt uns die erhaltene reichhaltige, wenn auch einige recht empfindliche Lücken aufweisende Correspondenz des Königs und d'Alembert's, die unter den vielen uns heute vorliegenden Briefsammlungen Friedrich's einen hervorragenden Platz verdient und als ein unschätzbares Denkmal königlicher Schriftstellerei zu betrachten ist. An ihrer Hand sei es gestattet einige Züge in Friedrich's wunderbarer Persönlichkeit, die in seinen Beziehungen zu diesem Gelehrten vielleicht heller als sonst zum Vorschein kommen, einer kurzen Betrachtung zu unterziehn.

Das Jahr 1746 ist es, das die Verbindung d'Alembert's mit dem Könige herbeigeführt, die ihren Anlass und ihre dauernde Nahrung aus Interessen der von Friedrich erneuerten Akademie der Wissenschaften zog. D'Alembert hatte schon 1741 durch einige kleinere Ausführungen mathematischen Inhalts, die aber zeigten, was von ihm zu erwarten sei, noch sehr jung den Zutritt zu der Pariser Académie des sciences sich eröffnet, und hatte 1743 durch die berühmt gewordne Abhandlung über Dynamik sich als einen der ersten Mathematiker der Zeit bewährt, als er um einen von unserer Akademie für das Jahr 1746 ausgeschriebenen Preis mit Erfolg sich bewarb. Er hatte den sinnigen Gedanken die daraus hervorgegangene Schrift, 'über die allgemeine Ursache der

Winde' dem Könige in einer Widmung zuzueignen, die zugleich eine Ehrenbezeugung für die Akademie war, die seine Leistung des Preises werth befunden und ihn selbst unter ihre Mitglieder aufgenommen, und eine Huldigung für den siegreichen König, unter dessen Aegide auch die Akademie zu neuem Glanz sich zu erheben angefangen. Der König nahm die Widmung huldreich entgegen, äusserte aber, dass man den Verfasser noch lieber als sein Werk in Berlin sehen würde, und hat den rasch gefassten Wunsch nicht wieder aus dem Sinn verloren.

Inzwischen fuhr d'Alembert fort, durch neue Entdeckungen auf seinem eigensten Gebiet, wie 1749 in der Untersuchung über die Praecession der Nachtgleichen, seinen Ruhm zu befestigen und auszubreiten. Zugleich gab ihm das grosse, mit Diderot gemeinsam unternommene encyklopaedische Werk Gelegenheit, in dem voraufgeschickten, um die Mitte des Jahrhunderts erschienenen *Discours préliminaire*, der den Ursprung und die Verkettung menschlicher Erkenntniss in ihrer geschichtlichen Entwicklung verfolgt, wie er selbst sich ausdrückt, die Quintessenz seiner mathematischen, philosophischen und litterarischen Studien und Forschungen niederzulegen.

Kein Wunder, dass Friedrich, dem d'Alembert durch eine neue in das Jahr 1751 fallende Widmung sich empfohlen hatte, in diesem Gelehrten, der mit mathematischem Geist philosophischen Tiefsinn und umfassende litterarische Kenntniss verband, den geeigneten Mann gefunden zu haben glaubte, um an der Spitze seiner ihm am Herzen liegenden Akademie der Wissenschaften den maassgebenden Einfluss zu üben und ihm selbst bei dieser und andern seiner Fürsorge anheimgegebenen Anstalten als geistvoller Berather zur Seite zu stehn. Diese Überzeugung sass um so fester, als dem Könige nicht unbekannt war, dass d'Alembert ein in der Zurückgezogenheit bescheidener, fast ärmlicher Verhältnisse allein seiner Wissenschaft lebender Mann von anspruchslosem Wesen und unbefangener Heiterkeit sei, der seiner Forschungen wie seiner Persönlichkeit wegen bei Allen die ihn kannten hoher Achtung sich erfreue.

Maupertuis', des ersten Praesidenten, andauernde Krankheit, die Schlimmes befürchten liess, gab den Anstoss, Ende des Jahres 1752 unmittelbar bei d'Alembert den Versuch zu machen, ob er sich für diesen in naher Zukunft frei werdenden Posten gewinnen lasse. Der Marquis d'Argens erhielt den Auftrag, d'Alembert des Königs Wunsch und Anerbieten zu eröffnen. So geschickt sich dieser seiner Aufgabe entledigte, d'Alembert, obwohl erfüllt von Bewunderung für den grossen König und voll innigen Dankgefühls für die hohe Auszeichnung, die ihm zugedacht war, lehnte dennoch das unter den günstigsten Bedingungen gemachte Anerbieten ab in einem ruhmwürdigen Schreiben,

das in jeder Zeile das geflissentliche Bemühen erkennen lässt, den König, wo möglich, mit Gründen zu überzeugen, dass er seinem ehrenvollen Ruf nicht folgen könne. Schöne Züge in d'Alembert's Charakter, die dieser Brief zum Ausdruck bringt, eine edle Uneigennützigkeit, die den näher Berufenen den Weg nicht verlegen möchte, und eine bescheidene Selbstschätzung, die sich nicht zutraut, den Anforderungen des neuen Amtes gerecht zu werden, steigerten in dem König den Wunsch, diesen Mann zu besitzen und liessen ihn die Hoffnung nicht aufgeben, seine Bedenklichkeiten noch zu bezwingen und ihn zur Annahme des Dargebotenen zu bewegen. Allein ein erneuter Versuch d'Argens' hatte keinen bessern Erfolg; d'Alembert beharrte in gemessener Form bei der nicht überstürzten sondern wohlerwogenen Absage; und die nicht geheim gebliebenen Verhandlungen hatten nur das Ergebniss, dass man in Frankreich aus diesen Bemühungen des Königs von Preussen ersah, man besitze einen grossen Mann mehr als man gewusst.

Doch Friedrich entzog nicht dem Widerstrebenden seine wohlwollende Gesinnung: wollte d'Alembert sich nicht dauernd an Berlin fesseln, so liess ihn der König durch d'Argens (November 1753) zu einem Besuch an seinem Hofe laden und ihn im Voraus aller Erleichterungen der Reise versichern, die d'Argens selbst für das kommende Frühjahr in Aussicht nahm. Allein d'Alembert, entzückt über den neuen Beweis königlicher Huld und von dem lebhaften Wunsche beseelt, dem König persönlich seine Gefühle der Dankbarkeit und Verehrung auszusprechen, sah sich zu seinem Bedauern für den Augenblick durch die Encyklopaedie an Paris gebunden, für die er nicht nur die einleitende Erörterung verfasst, sondern auch zahlreiche Artikel zu schreiben übernommen hatte, und deren Drucklegung die ununterbrochene Anwesenheit beider Herausgeber erheischte.

Der König nahm mit dem Versprechen des Besuchs vorlieb, fand aber bald Anlass, dem grossen Gelehrten ein neues Zeichen seiner hohen Werthschätzung zu geben, indem er (Mai 1754) Lord Marischal in Paris beauftragte, d'Alembert zur Annahme eines ihm vom Könige ausgesetzten Jahrgehaltes zu vermögen. Der Betrag war nicht hoch, wie dem Könige selbst nicht entging, und das königliche Geschenk, zwar sonst von Franzosen höchlich bewundert, ward am Hofe Ludwig's XV. seiner Geringfügigkeit wegen belächelt; was nicht verhindert hat, dass zwei Jahre später d'Alembert von der französischen Regierung, die dem freidenkenden Philosophen nicht günstig gestimmt war, ein gleicher Betrag aus dem königlichen Schatze angewiesen ward. D'Alembert selbst war beglückt über die Wohlthat des Königs, die ihn reicher gemacht habe, als er zu sein begehre; und dem Könige gereichte es

zu innerer Befriedigung, einem 'der schönsten Genie's' Frankreichs das Leben um einiges erleichtert zu haben. Wie hoch Friedrich Geist und Charakter d'Alembert's schätzte, sagt er in dem Briefe an Lord Marischal und sagt es in einem Schreiben an d'Alembert selbst, worin er ihn versichert, wie werthvoll in seinen Augen die Zuneigung eines Philosophen sei, der es aus Gesinnung und nicht aus Interesse und Eitelkeit sei. Er möge kommen, sobald ihm die Umstände es gestatteten, und sich selbst überzeugen, wie er wahrhaftes Verdienst zu ehren liebe.

D'Alembert erneuert (Juli 1754) sein Versprechen: es werde der glücklichste Tag seines Lebens sein, an dem es ihm vergönnt sei, selbst dem Könige die ehrfurchtsvollen Empfindungen zu bezeugen, von denen er durchdrungen sei. Doch erst ein Jahr später fand der sehnsüchtige Wunsch seine Verwirklichung. Im Juni 1755 traf d'Alembert zu Wesel mit König Friedrich zusammen. Der Erfolg dieser ersten persönlichen Begegnung von nur kurzer Dauer muss nicht ungünstig für d'Alembert gewesen sein und hat gewiss nicht die Besorgniss gerechtfertigt, die er über den Eindruck hegte, den seine unscheinbare Persönlichkeit machen könne. Denn die Verbindung setzte sich fort, enger noch als bisher, und führte einige Jahre später einen erneuten Besuch von längerer Dauer herbei. D'Alembert's Wunsch, dem Könige noch einmal sich nähern zu dürfen, unerfüllbar, so lange der Krieg währte, steigerte sich als endlich der ersehnte Friede geschlossen war; denn nun drängte es ihn dem Könige persönlich seine Bewunderung und tiefe Theilnahme an dem glücklich Errungenen auszudrücken, jetzt auch, meinte er, sei es thunlich, in der Stille des Friedens aus dem Verkehr mit dem Unvergleichlichen neue Antriebe für seine philosophischen Ideen und Betrachtungen zu gewinnen. Ein Besuch, den König Friedrich im Sommer 1763 in seinen Clevischen Landen zu machen beabsichtigte, erleichterte die Ausführung: in Geldern traf d'Alembert den König, und legte von hier aus in seiner Begleitung die Reise nach Potsdam zurück. Fast zwei Monate hat er hier und in Sanssouci zugebracht, in der Nähe des Königs und in fast täglichem Verkehr mit ihm. Über seine Eindrücke, seine Erlebnisse, des Königs liebenswürdige Art dem Gast zu begegnen, einen Besuch, den er auf Wunsch des Königs in Berlin und in der Akademie der Wissenschaften, einen andern, den er an der Seite des Königs am Hofe von Braunschweig-Wolfenbüttel gemacht und vieles andre berichtet er getreulich an seine Freundinnen in Paris und in dem von ihm selbst aufgesetzten Abriss seines Lebens. Aus allem klingt ein Ton der Begeisterung für den einzigen König, und ein Ton der Befriedigung über das Glück das ihm zu Theil geworden ist; und

dieser Ton klingt wieder in den Zeilen, mit denen d'Alembert am Ende seines Aufenthaltes vom Könige sich die Erlaubniss zur Abreise erbittet (August 1763).

Friedrich entliess ungern einen Mann, in dem er einen wahren Philosophen gefunden zu haben bekennt: er hatte nicht versäumt, in mündlicher Unterredung auf d'Alembert einzuwirken, um ihn zur Annahme der seit Maupertuis' Tode (1759) unbesetzt gebliebenen Stelle des Praesidenten der Akademie zu bewegen. Aber vergebens. Mit derselben wohlthuenden Festigkeit, mit der er das Jahr zuvor glänzende Anerbietungen der Kaiserin Katharina von Russland in einer Form abgelehnt hatte, die ihm das Wohlwollen der Kaiserin in vorzüglichem Grade erwarb, entzog er sich auch diesmal den Wünschen des so innig von ihm verehrten Königs, indem er auf die ausgezeichneten Kräfte wies, die ihm in seiner Akademie zur Verfügung stünden und die dieses Ehrenpostens würdiger seien als er. Dennoch sprach der König in dem zwei Tage vor d'Alembert's Abreise an ihn gerichteten Abschiedsschreiben die Zuversicht aus, es werde der Tag noch kommen, den er schweigend erwarten wolle, an dem d'Alembert sein Heimathland freudig mit den Staaten des Königs vertauschen werde. Dass ihn seine Ahnung getäuscht habe, und auf Ahnungen kein Verlass sei, hat er später im Scherz, doch nicht ohne Betrübniss bekannt.

Ende August 1763 reiste d'Alembert nach Paris zurück, um von hier eine damals geplante, aber dann unausgeführt gebliebene Reise nach Italien anzutreten; und von hier ab, ja genauer, so weit sich urtheilen lässt, schon von 1760, setzt sich die Correspondenz in fast regelmässigem Wechsel und mit unerheblichen Unterbrechungen bis zum Tode d'Alembert's (1783) fort.

Durch den ganzen Briefwechsel ziehen sich die huldreichen Aufmerksamkeiten, die der König d'Alembert erweist, den er bald durch ein sinniges Geschenk überrascht, wie noch während des Krieges (1762) ein kunstvolles Schreibzeug aus Meissener Porcellan, oder ein wohlgelungenes Porträt Voltaire's in Berliner Porcellan, um auch zu zeigen, was die von ihm erst in das Leben gerufene Kunst und Manufactur zu leisten vermöge, bald durch ein an ihn selbst gerichtetes, vom Augenblick eingegebenes Gedicht erfreut. Mit besonderem Antheil begleitet der König d'Alembert's schriftstellerische Arbeiten, die mit Sorgfalt von ihm gelesen, Stoff zu brieflicher Erörterung gaben, und verfolgt seine Wirksamkeit in der Pariser Akademie, in der allein der in der vollen Freiheit eines Privatgelehrten lebende Mann sich eine Art öffentlicher Thätigkeit geschaffen hatte, zuerst in der Académie des sciences, der er schon 1741 angehörte, aber in langsamem Stufengang erst 1765 zu vollberechtigtem Mitglied aufstieg, dann seit 1755 auch

in der Académie française, deren secrétaire perpétuel er 1772 wurde: in deren öffentlichen Sitzungen er oft aus der Fülle seiner manchfaltigen Kenntnisse mit Geist und Geschmack und reichem Beifall sprach, zumal wenn, was nicht selten geschah, hoher Besuch sich einstellte, wie er z. B. bei Anwesenheit des jungen Königs von Dänemark (1768) oder des unter dem Namen eines Grafen von Falkenstein reisenden Kaiser Joseph der Gelegenheit angepasste Vorträge hielt, die bei den Anwesenden Befriedigung und lebhafte Zustimmung bei König Friedrich fanden, der aber auch für die Widerwärtigkeiten, denen d'Alembert sich hier ausgesetzt fand, ein offenes Auge hatte, und dem die arge Zurücksetzung des angesehenen Gelehrten, dem das ihm als Mitglied der Académie des sciences zukommende Jahrgehalt von der Regierung vorenthalten ward, ein Wort der Entrüstung entlockte.

Nicht minder ist durch den ganzen Briefwechsel d'Alembert's begeisterte und dankbare Anhänglichkeit an den König in sprechenden Zügen ausgeprägt, der gern an die grossen Kriegserfolge der vergangenen Jahre erinnert, indem er seine Briefe auf den Jahrestag einer gewonnenen Schlacht verlegt, oder Maassnahmen seiner Regierungskunst bewundert, die, meint er, es verdienten, andern Souveränen zur Nachahmung empfohlen zu werden, ganz besonders aber den Unermüdlichen preist, der auch noch Zeit erübrigt, wissenschaftlicher Forschung sich hinzugeben, und der nicht abliess d'Alembert mit immer neuen Schriftstellerleistungen jeglicher Art, in Vers und Prosa, in philosophischen Betrachtungen und historischen Darstellungen zu überraschen und zu erfreuen.

Aber auch über die Person des Königs hinaus erstreckte sich d'Alembert's liebreicher Antheil auf alles, was den Gliedern seiner erlauchten Familie Frohes und Schmerzliches begegnete, und jedes Zeichen theilnehmender Empfindung durfte eines Wortes dankbarer Erwiderung von Seiten des Königs gewärtig sein. Ja d'Alembert war gestattet mit Fragen und Anliegen an den König selbst sich zu wenden, die auch an tieferer Stelle angebracht, hätten Erledigung finden können, und immer erweist sich der König bereit, den Wünschen seines gelehrten Freundes zu willfahren.

Früh beginnen und gehen durch die Correspondenz hindurch die beiderseitigen Klagen über die Gebrechen eines kranken Körpers. Den Briefen d'Alembert's mehr noch als denen des Königs entnimmt man, wie oft und heftig, meist für nicht lange Zeit, König Friedrich von den Plagen der Gicht heimgesucht ward; und wir sehen, mit welch ängstlicher Besorgniss d'Alembert in Paris und Berlin Erkundigungen über des Königs Zustand einzieht, und wie sehr es ihn beruhigt und erfreut, wenn günstigere Nachrichten einlaufen. Ihm selbst haben kör-

perliche Leiden früh und mit steigendem Alter immer mehr die geistige Rührigkeit beeinträchtigt und störend auf sein Gemüthsleben eingewirkt; und nie hat ihn König Friedrich's Güte und Erfahrung mitfühlenden Antheils oder einsichtsvoller Rathschläge entbehren lassen.

Im Jahr 1770 hatten d'Alembert's Ärzte ihm zur Herstellung seiner Gesundheit und zur Auffrischung seiner stark gedämpften Stimmung eine Reise nach Italien dringend angerathen. Da die Mittel fehlten, wendete sich d'Alembert an den König, der schon 1763 für eine damals beabsichtigte aber dann aufgegebene Reise nach Italien seine Unterstützung in Aussicht gestellt hatte. Gern gewährte der König, was erforderlich war, und fügte scherzend hinzu, man sähe wenigstens, dass die vielgeschmähten Könige doch einmal zu etwas gut seien, indem sie einem kranken Philosophen hülfreiche Hand reichen könnten.

D'Alembert reiste von Paris ab, kam nach Genf, verbrachte mehrere Tage in anregendem Verkehr mit dem Patriarchen von Ferney, und fühlte sich geistig und körperlich so gekräftigt und aufgefrischt, dass er glaubte, auf die weitere sehr beschwerliche Reise verzichten zu können; was ihm den Spott Friedrich's eintrug, dass er dicht vor den Alpen Kehrt gemacht und sich das Vergnügen versagt habe, Rom den Schauplatz so grosser Actionen und die verwitterte Pracht der Papstherrschaft in der Nähe zu sehen, ohne das Schicksal Galilei's befürchten zu müssen. Doch d'Alembert kam gesund nach Paris zurück und gedachte, gewissenhaft wie er war, den nicht verbrauchten Rest der ihm dargebotenen Unterstützung zurückzuerstatten; da aber Friedrich's Freigebigkeit von so subtilen Berechnungen nichts wissen wollte und d'Alembert halb widerwillig, aber dankbar sich fügte, geschah es bei der in den nächsten Jahren ausgebrochenen grossen Finanznoth Frankreichs, dass d'Alembert die Beruhigung hatte, allein mit den Wohlthaten Friedrich's sein, übrigens an wenig Bedürfnisse geknüpftes, Leben fristen zu können.

Schmerzliche Verluste, die d'Alembert um 1776 im Kreise ihm Nahestehender erlitt, hatten ihn tief erschüttert und fast völlig um die Fähigkeit geistiger Arbeit gebracht. Auch hier bewährte sich König Friedrich's warmes Mitgefühl, der d'Alembert, wie kein Freund dem Freunde liebreicher und zärtlicher, Trost spendete und seine gesunkenen Lebensgeister durch Zuspruch und Mahnung aufzurichten sich bemühte.

Um so betrübender für d'Alembert, dass bald nachher eine unzeitige, von ihm weniger veranlasste, als nicht genugsam verhütete Veröffentlichung einiger hierher gehöriger Briefe Friedrich's an ihn das Missfallen des Königs erregte und eine Stockung in dem Briefwechsel herbeiführte — auf nicht lange Zeit; denn der König verzieh

leicht und hat d'Alembert's reine Absicht gewiss nicht verkannt. Hinzu kam, dass bald ein Ereigniss eintrat, das nicht verfehlte, die Aufmerksamkeit beider in ungewöhnlichem Grade in Anspruch zu nehmen. Voltaire war im Mai 1778 gestorben. Man hatte ihn als er nach langer Abwesenheit in Paris erschien mit einer wahrhaften Apotheose gefeiert; aber die Anstrengungen der Festlichkeiten hatten, scheint es, die Kräfte des Vier und achtzigjährigen erschöpft; und sobald er die Augen geschlossen, erhob sich der Fanatismus gegen den Spötter und weigerte seiner Leiche die üblichen Ehren, obwohl er seiner Kirche nicht abtrünnig geworden und *in articulo mortis* sich recht nachdrücklich zu ihr bekannt hatte. D'Alembert berichtet ausführlich an den König und schlug damit eine Saite an, die in Friedrich's Seele wiederklang. Denn so wenig sie beide die grossen Schwächen seines Charakters verkannten — noch jüngst hatte der König in einem Brief an d'Alembert seinem Unmuth Luft gemacht über einen hässlichen Ausfall Voltaire's gegen den bereits verstorbenen Maupertuis — sie schätzten und bewunderten sein unvergleichliches Genie, das Frankreich zu hohem Ruhm gereichte, und waren empört über die Verunglimpfungen fanatischer Unduldsamkeit. So liess Friedrich durch d'Alembert sich leicht bewegen, dem Verblichenen in seinem Lande die Ehren erweisen zu lassen, die Frankreich ihm versagte; er selbst widmete ihm die akademische Gedächtnissrede, die hier verlesen ward, und, gedruckt, bei d'Alembert bewundernden Beifall fand.

An Voltaire's Namen hatte sich der Briefwechsel von Neuem entzündet und setzte sich unter diesem Schild eine geraume Strecke fort, untermischt mit den immer dringender werdenden Ausdrücken der Sehnsucht des Wiedersehens, die beide in gleicher Weise erfüllte und die in immer neuen, immer zierlicheren Wendungen sich ausspricht. Einmal noch (1780) war zum Empfange d'Alembert's alles vorbereitet und angeordnet, als ein plötzlicher Krankheitsanfall ihn nöthigte die Reise abzusagen. Seitdem tauchen noch vereinzelte Momente sehnsüchtigen Verlangens auf, aber allmählich versiegen mit den Hoffnungen auch die Wünsche.

Die Briefe des Königs waren für d'Alembert eine Ehre und eine Freude, und in den Tagen der Noth und Betrübniss ein unschätzbarer Trost, für ihn und seine gleichgesinnten Freunde, mit denen diesen Genuss zu theilen, ihm ein unabweisbares Bedürfniss war. Aber auch dem Könige waren d'Alembert's Briefe erwünscht und werthvoll, und mit Eifer beantwortet er sie und entschuldigt es, wenn seine Erwiderung nur kurz oder so rasch nicht erfolgt, als er wünscht; ja es macht ihn wohl um das Schicksal seiner Sendungen besorgt, wenn

einmal die Antwort überlange ausbleibt: denn es war bekannt, dass auf dem Wege von Berlin nach Paris und umgekehrt fanatische Spürhunde die Briefe des Königs und seines Correspondenten beschnüffelten. Aber kamen d'Alembert's Briefe spät, immer kamen sie erwünscht, wie schöne Frauen, sagte der König, gewinnen, wenn sie sich erwarten lassen.

Was der König an d'Alembert schätzte und was ihn an ihn fesselte, war nicht zuletzt die in Allem scharf ausgeprägte französische Weise seines Denkens und Empfindens. Friedrich's Geistesart war, wie seine Erziehung eine französische gewesen, sein ganzes Leben hindurch nach Frankreich gewendet: er schätzte sich glücklich, noch am Ende des glorreichen Zeitalters Ludwig's XIV. geboren zu sein und die letzten Ausläufer dieser glanzvollen Entwicklung miterlebt zu haben, und war überzeugt, für die Bildung und Erziehung seines Volkes und für die Hebung von Kunst und Wissenschaft, denen er nach und zwischen der Kriegsarbeit mit ganzer Seele sich hingab, von Frankreich bessere und brauchbarere Kräfte zu beziehen, als zur Zeit das eigne Land ihm darzubieten schien. Aber obwohl er sich einen 'allezeit demüthigen Bewunderer der französischen Nation' nennt, er war nicht blind für die Eigenheiten und Schwächen des französischen Volkscharakters und hat sie zum öftern in seinen Briefen mit schonungsloser, d'Alembert's patriotisches Gefühl verwundender Schärfe gekennzeichnet. Er war insbesondere weit davon entfernt, die Ansicht des Pater Bouhours zu theilen, dass das allein in Frankreich gedeihende Gewächs des *bel esprit* den in dem kälteren Norden sitzenden Völkerschaften von Natur versagt sei, und hat diese in Frankreich nie ganz ausgestorbene Meinung, über die schon Leibniz' Ironie gelächelt, mehr als einmal in Briefen an Voltaire, an d'Alembert mit ätzendem Spott verhöhnt. War er doch selbst demselben nordischen Sand wie seine Landsleute entsprossen, und so viel er an ihrer Geistes- und Geschmacksbildung auszusetzen fand, nie hat ihn die Zuversicht verlassen, dass was heute noch nicht sei, morgen sich einstellen könne, und hat sich bemüht, dem vorhandenen aber noch nicht ausgenutzten Talent die Wege zu weisen und selbst voranzugehn.

Aber Eins räumte er den Franzosen ein: sie hatten eine durch langen Schriftstellergebrauch und durch früh begonnene Pflege durchgebildete und fest geformte Sprache, die ihrem Stil gestattete und erleichterte, lichthelle Klarheit in knappester und praecisester Form zu erreichen. Was ihn an deutschen Schriftstellern, so weit er sie kannte (denn er liebte sie nicht), abstiess, war geschmacklose Breite und pedantischer Wortkram in einer Sprache, die ihm noch zu wenig gebildet und zu roh erschien, um die Anforderungen an den Stil, die

er machte, zu befriedigen. War es zu verwundern, dass er die französischen Schriftsteller und ihre Sprache vorzog, in der er selbst als ein auch von Franzosen anerkanntes Muster einer von Geist und Geschmack getragenen Darstellung galt? Was er suchte, fand er in d'Alembert, der seiner Zeit zu den correctesten Schriftstellern Frankreichs gezählt ward: an ihm rühmt der König die edle und einfache Sprache, oder ein ander Mal den klaren und durchsichtigen Stil, womit er auch die abstractesten Untersuchungen darzulegen wisse.

So begegnen sich des Königs und d'Alembert's Briefe in gleicher Feinheit des Geschmacks und bewähren darin beide ihren besondern Reiz: doch mit einem eigenen Vorzug auf Seite des Königs, der seine Wurzel hat in einer heitern Gemüthsstimmung, die durch Schmerz oder Kummer einen Augenblick gedämpft, im nächsten in ihrer ganzen Frische hervorquillt. Denn aus dieser Heiterkeit, die der König nicht müde wird, seinem getreuen Anaxagoras, zumal sie eine Nationaleigenschaft der Franzosen sei, als das einzige Mittel zu empfehlen, das die Last des Lebens zu tragen helfe, schöpft er, wie aus einem nie versiegenden Springquell der Laune und des Witzes, die manchfaltigen Formen, in die er, unterstützt von lebendiger Phantasie, die Fülle seiner Gedanken und Empfindungen zu kleiden liebt.

Für diesen bunten Wechsel des Tons, der von der leisesten Ironie durch Hohn und Spott hindurch bis zur vollendeten Travestie sich erstreckt, fand der König bei d'Alembert immer sinniges Verständniss, dem zuweilen, wenn die Stimmung nicht drückte, auch eine Nachahmung gelang; doch meist fliesst d'Alembert's Rede in ruhiger Klarheit dahin, nur leise gehoben durch die ihm reichlich zufliessenden Reminiscenzen aus Dichtern und Schriftstellern aller Zeiten und Litteraturen, und was ihm sonst von Fabeln und Anekdoten, bon-mots und Parabeln zuflog, das Alles wie farbiges Ziergewächs den glatten Spiegel umzieht.

Den Praesidentenstuhl unserer Akademie hat, sahen wir, d'Alembert verschmäht; was ihn bestimmte, war im letzten Grunde sein lebendiges Vaterlandsgefühl, das überall hervorbricht: ihm blutet das Herz über die Niederlagen seiner Landsleute, während er die Überlegenheit des Siegers bewundert; ihn erfreut, dass König Friedrich dem jungen Könige von Frankreich (Ludwig XVI.) und seiner Staatslenkung Beifall zollt und Glück verheisst; ihn erhebt und erfüllt mit Hoffnung, dass der Bund Frankreichs mit dem Könige von Preussen, der nie hätte zerrissen werden sollen, sich zu erneuern und die einzig natürliche Bundesgenossenschaft sich wieder anzuknüpfen beginnt. Aber d'Alembert verkannte auch nicht den tiefen Unsegen, den seinem Vaterlande jetzt wie ehemals die vom Aberglauben genährte religiöse Unduldsam-

keit gebracht habe, die hier mehr als in irgend einem Lande Europas mächtig war und ihn selbst, den freimüthigen Denker, nicht verschont hatte. Dennoch blieb er, hielt auch den später noch öfters vom Könige versuchten Lockungen Stand, der dem verfolgungssüchtigen Frankreich den religiösen Frieden in seinen Staaten entgegenhielt. Ohne die unveräusserliche Anhänglichkeit an den heimischen Boden wäre d'Alembert unweigerlich dem Ruf des Königs gefolgt und hätte die freie Bewegung der Gedanken genossen, die ihm im Lande der Aufklärung winkte. Aber er liebte sein Vaterland mit allen Anfechtungen und Verfolgungen, denen er ausgesetzt war, über die er sich mit der Frau von Molière's Sganarelle tröstete, die, da sie ihr Mann geschlagen, einem vorwitzigen Dritten entgegnete, 'ich will, dass er mich schlage.'

Aber obwohl d'Alembert nicht nach Berlin zog und nicht Praesident der Akademie wurde, so hat er doch nach Maupertuis' Tode einen Einfluss wie kein Zweiter in Friedrich's Regierungszeit auf die Gestaltung der Akademie geübt, deren Leistungen und Interessen er aufmerksamen Auges verfolgte und deren Bedürfnissen er auf Anregung des Königs oder aus eigenem Antrieb abzuhelfen jederzeit bemüht war. So dass es zu begreifen ist, wenn d'Alembert einmal scherzend schreibt, er gerire sich ja beinahe so, als ob er der Praesident wäre, oder ein ander Mal der König mit grösserm Nachdruck betont, dass d'Alembert obwohl abwesend die Seele der Akademie sei. Viele Verhandlungen in den Briefen lassen erkennen, welch ergiebigen Stoff die Sorgen um unsre Akademie dem Könige und seinem Correspondenten darboten, zumal wenn es galt, unter den Mitgliedern eingetretene Lücken durch Zuzug geeigneter Kräfte wieder zu füllen. Es wird Aufgabe der Geschichte der Akademie sein, mit der uns die Meisterhand eines der Unsrigen zur Saecularfeier erfreuen wird, im Einzelnen darzulegen, wie d'Alembert in der Neuwahl von Mitgliedern wie in mancherlei Einrichtungen und Absichten der Akademie, sei es zum Guten oder auch zum Nachtheil, eingegriffen habe. Uns, da wir diese Seite seiner Correspondenz mit dem Könige berühren, mag es genügen, daran erinnert zu haben, dass auf d'Alembert's Vorschlag und Betreiben, als Ersatz für den berühmten Mathematiker Euler, der es vorzog nach St. Petersburg zurückzukehren, der französische Geometer de la Grange aus Turin berufen ward; und oft hat d'Alembert in Briefen an den König seine Freude und seine Befriedigung darüber ausgedrückt, dass es ihm geglückt sei, diesen hervorragenden Gelehrten, der mit der Zeit alle Geometer in Schatten stellen werde, für die Akademie zu gewinnen und darin wenigstens den Wünschen des Königs voll zu entsprechen. Wenn er aber hinzufügt, dass diese jugendliche, noch im Aufsteigen begriffene Kraft um vieles besser als er den von dem grossen

Euler leer gelassnen Platz auszufüllen berufen sei, so entgegnet ihm der König, dass der Ausdruck uneigennütziger Bescheidenheit ihn nicht erniedrige sondern erhöhe, den König aber nicht veranlasse, in der Sache anders als nach seiner Art zu denken.

Doch so sehr d'Alembert Franzose war, der gern französisches Verdienst, wo irgend Gelegenheit sich bot, gebührend hervorhebt und anerkennt, und obwohl dem Könige französische Gelehrte erwünschter waren als andre, nirgendwo zeigt sich in seinen Rathschlägen, dass nationale Befangenheit, über deren Unwesen in der Wissenschaft er wiederholt sich geäussert hat, sein Urtheil bestimmt oder fremde Leistungen zu unterschätzen veranlasst hätte. Ja in seinem natürlichen Wahrheitssinn, der nirgend zu verkennen, hat er mitunter des Königs Werthschätzung, wenn sie dem Verdienst nicht voll zu entsprechen schien, zu berichtigen versucht. Von einer abfälligen Äusserung des Königs über geringe astronomische Einsicht seines Berliner Publicums nimmt d'Alembert Anlass, auf den eben erschienenen Band der Mémoires der Akademie hinzuweisen, in dessen Beiträgen, nicht bloss von französischer Seite, die Leistungsfähigkeit seiner Akademie sich glänzend bewährt habe. Und Lambert's Verdienst, dessen deutsches Wesen dem Könige wenig zusagte, müsse doch, meinte d'Alembert, ein sehr beträchtliches sein, wenn anders die ganze Akademie, Euler an der Spitze, ihm so huldige, wie der König mit spöttischer Ironie geschrieben hatte.

Aber d'Alembert's Einfluss reichte weit über die Angelegenheiten der Akademie der Wissenschaften hinaus: auch für andre Anstalten, wie die Académie des nobles, des Königs eigenste Schöpfung, deren Gedeihen ihm immer eine wichtige Sorge war, und für andre Aufgaben und Stellungen in der Wissenschaft wie in der Kunst war d'Alembert der stetige Rathgeber, der über Personen und Sachen sein Urtheil abzugeben hatte. Ja da seine einflussreiche Verbindung mit dem Könige allenthalben in Frankreich bekannt war, so konnte es nicht fehlen, dass viele, aus den verschiedensten Schichten der Gesellschaft d'Alembert's Vermittlung anriefen, um dem Könige sich zu nähern oder ihm Wünsche zu unterbreiten. Und d'Alembert, immer geneigt, solchen Dienst zu erweisen, hat manch feingeformtes Empfehlungsschreiben an den König erlassen, der gern zuliess, wer von d'Alembert empfohlen kam; und viele von ihnen kehrten heim von dem Zauber berührt, den der König auf alle ausübte, die ihm näher zu treten das Glück hatten.

Des Königs untrüglicher Scharfblick hat nicht immer die von d'Alembert Vorgeschlagenen zu Mitgliedern seiner Akademie ernannt, auch nicht alle von ihm Empfohlenen in seinem Sinne gewürdigt, ja

bisweilen in seinen Erwiderungen an d'Alembert über die ihm aus Frankreich Zugeschickten die Schale seines Spottes ausgegossen. Aber unerschütterlich stand sein Vertrauen auf d'Alembert's Einsicht und Geschmack und tausendfach hat er ihm in seinen Briefen bald scherzend bald in ernster Rede die hohe Achtung bezeugt, die er vor dem Gelehrten nicht minder als vor dem Menschen gehegt. Und d'Alembert, von Bewunderung für die einzige Grösse des Königs erfüllt, hat seiner Begeisterung nicht bloss in seinen Briefen sondern in den Zusammenkünften seiner Freunde, in den Versammlungen seiner Akademien, in seinen Schriftstellerwerken, vor vielen und bei vielen Gelegenheiten, so lebhaften Ausdruck gegeben, dass man wohl sagen darf, er habe einigen Antheil daran, dass des Königs unvergleichliches Verdienst in Frankreich in immer weitern Kreisen Beifall und Anerkennung fand: uns wenigstens ist er der beredteste Wortführer dieser Gesinnung geworden.

Doch über alles Persönliche hinweg, dem ein vorwiegender Antheil an diesem Briefaustausch zukommt, nehmen die politischen und die wissenschaftlichen Verhandlungen der beiden Correspondenten den Leser in besonderm Maasse in Anspruch. Denn auch als historisches Denkmal behauptet der Briefwechsel seinen Werth und nicht ohne Nutzen wird man betrachten, wie der französische Gelehrte und der preussische König über den Gang der Ereignisse in den Ländern Europas auf staatlichem und auf kirchlichem Gebiete in Zeiten des Krieges und nachdem der Friede hergestellt war ihre Gedanken und Meinungen austauschen, oft von entgegengesetztem Standpunkt, doch so, dass meist Verständigung erzielt wird. Und oft zeigt sich in dem, was der König in dem leichten Gewand des Briefstils spielend und wie im Scherz hinwirft, die Sicherheit seines Verstandes, mit der er die Thatsachen aus ihren Gründen zu erkennen und die Folgen der Ereignisse zu ermessen weiss, und erprobt sich seine Menschenkenntniss, die ihm Ziele und Absichten der Staatslenker seiner Zeit enthüllt und richtig abzuschätzen lehrt.

Uns liegen näher und nehmen grössern Umfang ein die wissenschaftlichen Fragen, über die der König mit d'Alembert sich unterhält: denn an Allem, was die Wissenschaft und Litteratur, in Frankreich zumal, hervorbrachte, nahm der König mit Eifer Antheil, liess sich von d'Alembert berichten und bildete sich sein Urtheil. Das Hauptinteresse beider war aber der Philosophie zugewendet in dem weiten Sinne, in dem das Wort zur Zeit in Geltung war.

Der König liebt es zwar, sich als einen *dilettante* zu bezeichnen, der mit der Feder in der Hand nachdenke, nur um seine Überlegungen festzuhalten und zu berichtigen, oder auch sich wie einen Zuschauer

im Parterre des Theaters zu betrachten, der den guten Spielern auf der Bühne Beifall klatscht. Aber selbst das Wenige, das von philosophischer Schriftstellerei des Königs in den Umfang dieses Briefwechsels fällt, kann leicht überzeugen, dass d'Alembert, mit ihm Voltaire, im Rechte waren, wenn sie die unwiderstehliche Wirkung betonten, die das weithin leuchtende Beispiel des einzigen Philosophen auf dem Thron auf die Erhaltung und die allseitige Förderung philosophischer Bestrebungen übte.

Im Jahr 1764 hatte der König aus den philosophischen Abschnitten in P. Bayle's *Dictionnaire historique et critique* einen Auszug verfasst und ihm eine Vorrede über die in Frage kommenden Philosophen vorangeschickt, die d'Alembert's Urtheil unterworfen, einen für beide Theile bezeichnenden Gegensatz hervorrief, indem d'Alembert für das höhere Verdienst von Entdeckern wie des Cartes und Leibniz eintrat, der König der siegreichen Dialektik Bayle's den Vorzug gab, mit der er wie mit einer Keule des Hercules schon viel Unholde menschlichen Aberwitzes vom Erdboden vertilgt habe.

Von nachhaltigerem Einfluss auf des Königs philosophische Anschauung waren die beiden philosophischen Schriften d'Alembert's, die recht zeigen können, dass kaum ein andrer Gelehrter so wie d'Alembert den weitreichenden Interessen des Königs entgegenzukommen und zu entsprechen vermocht hätte.

D'Alembert war allem Systematischen abhold, im philosophischen wie im physicalischen Gebiete; ihn erfüllte der encyklopaedische Gedanke, der das Zeitalter beherrschte, und aus ihm zog er die Aufgabe, in einer Art von Wissenschaftslehre die menschliche Erkenntniss in weitestem Umfang in ihrem Werden und Wachsen und in den natürlichen Zusammenhängen alles Wissens begreiflich zu machen. Diesem Ziele dienten die beiden Werke, der berühmte *Discours préliminaire*, der der Encyklopaedie als Einleitung voranzugehn bestimmt war, und — eine nothwendige Ergänzung zu jenem — der *Essai sur les élémens de philosophie*, von denen jener den Werdegang der Wissenschaft verfolgt, in doppelter Richtung, metaphysisch von der einfachsten Erkenntniss aufsteigend bis zu den höchsten Ideen, deren der menschliche Geist fähig ist, und historisch von dem Wiederaufleben der Wissenschaften herab bis zur Gegenwart, dieser auf der Grundlage der für die Encyklopaedie ausgesonderten drei grossen Gebiete des Wissens, Gott, Mensch, Natur, von der Logik und Metaphysik angefangen durch die mathematisch-physicalischen Wissenschaften hindurch bis zur Mechanik und Hydrostatik sämmtliche Disciplinen ohne detaillierte Ausführung auf ihre Grundprincipien und ihre methodischen Gänge oder auch Irrgänge zu prüfen versucht, das will sagen gleichsam die Meilensteine am

Wege aufzustellen, die den Forscher sicher zum Ziele geleiten, aber auch die Klippen bemerkbar zu machen, an denen er Schiffbruch leiden und ziellos in's Weite treiben kann. Mit dieser Zusammenfassung des bis dahin in jeder Wissenschaft Erreichten hoffte er zugleich Anweisung und Antrieb zu weiteren Erforschungen und Entdeckungen zu geben.

Mit den Bestrebungen der Encyklopaedisten war König Friedrich nicht auf allen Punkten zufrieden und einverstanden, so sehr er auch den Fortgang des grossen Werkes mit Aufmerksamkeit verfolgte; aber d'Alembert's *Discours préliminaire* pries er als ein vollendetes Werk, dem er unvergängliche Dauer verhiess. Und gern erinnern wir uns, dass Goethe, der d'Alembert's *Discours* in frühern und spätern Jahren las, ihm viel Schönes nachzurühmen fand, und dass Boeckh, wie er oftmals d'Alembert's Geist und Verdienst erhebt, so in einer seiner akademischen Reden seinen *Discours* einer tiefgreifenden Zergliederung unterzogen hat.

Mit dem *Discours* zeigt sich der König allenthalben vertraut, und wie sehr ihn die *Élémens de philosophie* beschäftigten, die er 1760 in Briefen an Voltaire, 1763 in mündlicher Unterredung mit d'Alembert gerühmt hatte, mag die Thatsache lehren, dass er bei einer spätern Gelegenheit (1764) d'Alembert anging und den Säumigen wiederholt antrieb, ihm über die Anwendung der Analysis in der Geometrie und in welchem Falle von der Metaphysik Gebrauch zu machen sei, nähere und dem Standpunkt des Königs sich besser anbequemende Aufklärungen zu geben. D'Alembert gelang es, die wie er selbst bekennt nicht leichte Aufgabe zur Zufriedenheit des Königs zu lösen, und hat bei einer neuen Bearbeitung seines Werkes sowohl diese Aufklärungen als auch zu verschiedenen andern Abschnitten (mit oder ohne Anregung Friedrich's) ähnliche Ausführungen eingeschaltet, wodurch sein Buch beinahe aus einem einfachen zu einem doppelten geworden, aber zugleich auch, indem er den Antheil Friedrich's gebührend hervorhebt, das Werk zu einem lautredenden Zeugniss der wissenschaftlichen Interessen des Königs gemacht.

Wie hoch Friedrich die Philosophen stellte und wie sehr er d'Alembert's Philosophie schätzte, hat er einmal in fast enthusiastischen Worten ausgedrückt, die auch nach Abzug eines ironischen Zusatzes, der, wie oft bei ihm, der Rede Geschmack verleihen soll, einen Kern von Wahrheit und seine Überzeugung enthalten, wenn er schreibt, er liebe die Philosophen, weil sie die Menschen denken gelehrt und ihren Geist von unwahren Fabeleien gereinigt hätten, und schätze seinen Anaxagoras, weil seine überlegene Vernunft die eingerosteten Triebfedern menschlichen Verständnisses geputzt und die Menschen gelehrt habe zu prüfen,

zu combinieren, sich selbst zu misstrauen und nichts zu glauben, was nicht durch die Erfahrung bestätigt werde.

Denn darin sah der König einen besondern Vorzug der Philosophie, dass sie in immer weiterer Verbreitung schliesslich der menschlichen Vernunft zum Siege verhelfen könne über den überall sich einnistenden Aberglauben — wenn auch in langsamer Entwicklung. Denn wenn d'Alembert, der die intoleranten Anfeindungen der Philosophie in der Nähe gesehen, dennoch aus einigen Zeichen der Zeit entgegengesetzter Bewegung die Hoffnung schöpfte, dass das Licht der Aufklärung bald den Erdball erhellen und die letzten Spuren abergläubischer Verdunkelung geschwunden sein würden, so blickte der König tiefer, der in dem Hang der Menschen zum Wunderbaren, Geheimnissvollen, Fabelhaften eine unveräusserliche Zugabe der menschlichen Natur erkannte, gegen die die Philosophie, deren Träger immer nur eine Minderheit ausmachen könnten, bei der Menge wenig auszurichten im Stande sei. Aber die Frage ob und wie es möglich sei, die religiösen Vorstellungen der Menschen von abergläubischen Zuthaten rein zu erhalten, hat den König lebhaft beschäftigt: er hat sie in den siebziger Jahren in Briefen mit d'Alembert eifrig erörtert, und nach Jahren von d'Alembert in etwas veränderter Gestalt wieder aufgenommen, hat sie ihn von Neuem angezogen und sie hat noch eine unsre Akademie nahe berührende Geschichte gehabt.

Wenn aber die Philosophie auf die Überzeugung der Menschen wirken solle, war des Königs Forderung, dass sie in strenger Methode und mit dialektischer Beweiskraft ihre Untersuchungen zu führen habe: er schalt heftig, wo er beides vermisste. Darin mit d'Alembert einverstanden, den nichts so sehr auszeichnete, als die klare Einsicht in die für jede Untersuchung vorgezeichnete Methode und dem die Gewöhnung des Geometers an strenge Beweisführung eine sichere Empfindung dafür verliehen hatte, was zur Evidenz sich erweisen lasse oder nur eine Wahrscheinlichkeit, wenn auch in verschiedenen Graden, erreichen könne, oder aber als unsicher dem Zweifel preiszugeben sei.

Auch darin einigten sich beide, dass sie Beobachtung und Erfahrung, Versuch und Analogie als die geeigneten Wege ansahen, auf denen sich zuverlässige Erkenntnisse erzielen lassen.

Von der Metaphysik, deren Grenzen d'Alembert eng umschrieben und der er nur innerhalb dieser Grenzen Erfolg versprach, hegten beide nicht grosse Erwartungen, weil es zu sehr an einer Grundlage fest erwiesener und sicher erkennbarer Thatsachen fehle. Dennoch gab eine d'Alembert's Urtheil unterzogene Streitschrift des Königs gegen den Verfasser des *Système de la nature* Anlass einige metaphysische Grundfragen, über Gott und die Welt, über Freiheit und Nothwendig-

keit, in einer brieflichen Verhandlung mit d'Alembert durchzusprechen, die durch eine Reihenfolge von Briefen mit wachsendem Eifer sich fortsetzte, indem der Wunsch die bei übereinstimmender Grundansicht verbliebenen Streitpunkte zu erledigen, den König, der nur zu streiten erklärte, um sich zu belehren, nicht um zu widerlegen, immer tiefer in eine Untersuchung hineinzog, die ihm doch nur wie eine Grube erschien, bei der je tiefer man grabe um so mehr zu graben bleibe.

Mehr Erfolg und mehr Nutzen erwartete der König von der Philosophie der Sitten, der auch d'Alembert einen umfassenden Abschnitt seiner *Élémens de philosophie* gewidmet hatte. Ihm gelte, sagte der König, als die beste Philosophie, die der menschlichen Gesellschaft am meisten Nutzen bringe, und pries die Moral der Stoiker, die grosse Männer gezogen, wenn sie auch der Gebrechlichkeit der menschlichen Natur nicht genügend Rechnung getragen habe. Ja seine Werthschätzung des unmittelbaren Nutzens für die Menschheit ging bisweilen so weit, dass er selbst die grossen mathematisch-physicalischen Entdeckungen der Newton und Leibniz für einen Luxus des Geistes und eine Befriedigung menschlicher Neugierde zu halten geneigt war, deren man auch ohne grossen Nachtheil für das Leben hätte entbehren können.

Doch mag darin der König zu weit gegangen sein, und d'Alembert widersprach seiner Ansicht, so ist doch nur zu begreiflich, dass einem Monarchen, den in Zeiten des Friedens keine Sorge mehr in Anspruch nahm, als die Wohlfahrt und das Glück seiner Unterthanen durch geistige Bildung und sittliche Erziehung zu heben und zu fördern, das *pratiquer* wichtiger war als das *metaphysiquer*, und dass er auch selbst auf schriftstellerischem Wege zur Klärung der Anschauungen beizutragen und sittliche Antriebe zu verbreiten sich bemühte.

So erwuchsen (um Weniges zu erwähnen) Schriften, wie die aus Anregungen d'Alembert's hervorgegangene 'über die Eigenliebe als Moralprincip', worin der König versuchte, den Selbsterhaltungstrieb und die Sorge für den guten Ruf und das Streben nach Ruhm als ausreichende Beweggründe des sittlichen Handelns zu erweisen — zum Theil in Übereinstimmung mit d'Alembert, der aber auch Zweifel aufwarf, die zu eindringenden Erörterungen über Verfassung und Verpflichtung der menschlichen Gesellschaft geführt haben.

Nicht minder aus praktischen Gesichtspunkten hervorgegangen war der Dialog über die Vaterlandsliebe, der die Bürgerpflichten an einem hervorstechenden Punkte erfasst und darlegt, und dabei die, wie der König annahm, aber d'Alembert bestritt, von den Encyklopaedisten ausgegangenen und verbreiteten weltbürgerlichen Ideen, unter denen die echte Vaterlandsliebe verdampft, in ihrer Verwerflichkeit aufweist.

Aber da des Volkes Gedeihen nicht bloss an die Erfüllung der Pflichten geknüpft ist, die ihm auferlegt sind, sondern nicht minder abhängt von der Art, wie der Herrscher seine Pflichten gegen das Volk auffasst und erfüllt, so hat König Friedrich, der mit diesen Problemen in jungen und alten Tagen sich angelegentlich beschäftigt und bei verschiedenen Gelegenheiten seinen Überzeugungen einen kräftigen Ausdruck gegeben hat, in der Schrift 'über die Formen der Regierung und die Pflichten des Souveräns' unter Darlegung der zu verschiedenen Zeiten hervorgetretenen Staatsformen die Bildung des monarchischen Staates und die Pflichten, die dieser für den Herrscher mit sich bringt, mit einer staatsmännischen Kunst entwickelt, die mit Recht d'Alembert's Bewunderung erregte.

Wenn hier unter den manchfaltigen Anforderungen der Verwaltung die dem Souverän obliegende Sorge für die Gerechtigkeitspflege mit Nachdruck betont wird, so mag das Gewicht, das der König dieser Aufgabe seines Herrscheramtes beimaass, ein Urtheil bekräftigen, das er auf gegebenen Anlass in einem Brief an d'Alembert aussprach, indem er schrieb: 'Das ist der Grund, der mich verpflichtet, über die zu wachen, die beauftragt sind, Recht zu sprechen, weil ein ungerechter Richter schlimmer ist als ein Strassendieb. Allen Bürgern ihr Eigenthum zu sichern und sie so glücklich zu machen, als die menschliche Natur gestattet, das sind die Pflichten aller derer, die an der Spitze der Staaten stehn, und ich versuche sie nach besten Kräften zu erfüllen. Wozu hätte ich sonst Plato und Aristoteles, die Gesetze Lykurg's und Solon's gelesen? Die guten Lehren der Philosophen üben, das ist die wahre Philosophie.'

Unter den schriftstellerischen Arbeiten, die König Friedrich an d'Alembert, oft mit dem ausdrücklichen Wunsch der Beurtheilung, abgehen liess, befanden sich auch die dichterischen Erzeugnisse Friedrich's, die in der Zeit seiner Verbindung mit d'Alembert entstanden, in Scherz und Ernst, von grösserm Umfang und in kürzern Ergüssen, in manchfaltigen Formen und Weisen; und es freute den König, wenn seine poetischen Versuche, so gering er selbst sie auch zu schätzen pflegte, bei diesem geist- und geschmackvollen, in jeder Art poetischer Litteratur bewanderten Manne Beifall und Anerkennung fanden.

Dennoch hatte sich in den frühern Jahren ihres Verkehrs über die Aufgaben der Dichtkunst und die poetischen Leistungen der Gegenwart eine Meinungsverschiedenheit eingestellt, die leicht hätte der schon befestigten Verbindung nachtheilig werden können.

In einer Sitzung der Académie française hatte d'Alembert über die alljährlich für Poesie ausgeschriebenen Preise zu berichten, und hatte bei den wenig erfolgreichen Bewerbungen Anlass genommen über

Werth und Vermögen der Dichtung in dieser Zeit Betrachtungen anzustellen, die für die Dichter der Gegenwart nicht eben günstig lauteten. Denn während sie an die überkommenen Gattungen der Poesie sich hielten, hätten sie doch nicht vermocht, eine jede mit neuem und originellem Gedanken- und Empfindungsgehalt zu füllen, und daher die Gattungen selbst um den Beifall gebracht, der ihnen früher zu Theil ward, zumal sie auch der aus dem Geist französischer Dichtung und Sprache fliessenden oft einander widerstrebenden Schwierigkeiten vielfach nicht Herr geworden. So werde die Dichtung selbst geschädigt, die Mittelmässiges nicht ertrage, Vollendetes aber an die Erfüllung von Bedingungen knüpfte, der nur das wahrhafte Talent gewachsen sei. Es war d'Alembert nicht entgangen, dass ihm die Dichter und Schriftsteller der Zeit nicht so leicht verzeihen würden, dass er, der Geometer, über Dichtkunst und gegenwärtiges Können der Dichter abzusprechen sich vermessen habe; und er hat es ihnen selbst ausdrücklich gesagt, und sein Recht dazu geltend gemacht.

Nicht bedacht und nicht erwartet hatte er, dass er Einen verletzen könnte, den zu bewundern und zu verehren, auch als Dichter hochzuhalten, er schon lange sich gewöhnt hatte. König Friedrich griff zur Feder, um den Überlegungen des Geometers über die Dichtkunst seine Zweifel entgegenzusetzen und als Dichter die Dichtkunst gegen den Angriff des Unberufenen zu vertheidigen. Indem der König über den besondern Anlass, der d'Alembert's Betrachtung hervorgerufen, und über die Absichten, die er damit verfolgte, hinwegsah, liess auch er seine Laune an dem naheliegenden Contrast sich beleben, dass ein Geometer, eine Bezeichnung, die mit Absicht im engsten Sinne des Wortes genommen ward, die Musen vor sein Tribunal geladen und unbarmherzig abgeurtheilt habe, — ein Geometer freilich, der zwar kein Dichter war, aber ein scharfsichtiger Kenner und Kritiker der Dichtkunst, und dem auch nicht entgangen war, was Geometrie und Dichtung, die beide aus der Einbildungskraft ihre Nahrung ziehen, trennt und verbindet. Doch der König sah die Verirrung auf Seiten der Geometrie, die wo sie auf fremdes Gebiet sich wage, Paradoxien erzeuge. Aber den von ihm so hochgeschätzten Mann zu verletzen, war nicht die Absicht seiner Entgegnung, die erst abging, nachdem ihm d'Argens die bündigsten Versicherungen über die Wirkung seiner *plaisanterie* gegeben hatte. Und vollends als der Abwehr ein scherzhaftes Gedicht auf dem Fusse folgte, das den Musen räth, um die Geometer zufrieden zu stellen, statt Homerischer Helden und Theokritischer Schäfer algebraische Formeln in rhythmischen Tonfall zu kleiden, war dem Angriff die Schärfe benommen und der Spass zum Friedensstifter gemacht. Auch d'Alembert, obwohl er brieflich in maassvoller Form

und später in weiterer Ausführung seinen Standpunkt wahrte, war doch einer Aussöhnung der Geometrie mit der Dichtkunst nicht abgeneigt, zumal seiner Absicht nichts ferner lag als Friedrich's Dichtung mit seiner Betrachtung zu treffen. Und so fand, ungefähr um die Zeit da der grosse Krieg dem erwünschten Friedensschluss entgegen ging, auch dieser Federkrieg sein befriedigendes Ende; und nur gelegentliche Neckereien über Dichter und Geometer in spätern Briefen erhielten die Erinnerung an den überwundenen Widerstreit wach.

Doch ist diese rasch vorübergezogene Wolke einer persönlichen Missstimmung nicht ohne ein gewisses litterargeschichtliches Interesse. D'Alembert's Erwägungen waren aus der sichern Empfindung hervorgegangen, dass die classische Periode der französischen Dichtung zu Ende ging; Voltaire allein war noch übrig, der den alten Ruhm des grossen Jahrhunderts aufrecht hielt; und er war ein hochbetagter Mann, zwar immer noch mit unverwüstlicher Lebenskraft thätig: aber wie lange noch? Nach ihm aber schien nur eine schwache Nachblüthe von Dichtern zweiten und dritten Ranges zu verbleiben, die an den überkommenen Formeln zehrten, ohne sie mit frischem Inhalt füllen zu können.

In dieser Anschauung traf Friedrich mit d'Alembert zusammen: der König, der ein lebhaftes Gefühl für alles wahrhaft Grosse und Bedeutende hatte, aber auch eine entschiedene Abneigung gegen die Mittelmässigkeit, wo immer sie hervortrat, hat es oft ausgesprochen, dass in der Dichtung wie in der Wissenschaft und Litteratur im Vergleich zu dem Zeitalter Ludwig's XIV. eine starke Oede eingetreten sei, aus der ihm nur Voltaire und d'Alembert als die beiden einzigen grossen Männer, die Frankreich noch zierten, hervorzuragen schienen.

Aber d'Alembert glaubte ein allmähliches Versiegen der Dichtung überhaupt zu erkennen, und schien es ohne gross Bedauern hinzunehmen, da für das, was man an Gedanken und Empfindungen in hergebrachten poetischen Wendungen vorzubringen pflege, die Prosa leicht ein genügendes Mittel des Ausdrucks abzugeben geeignet sei. Denn dass mit dem Ausleben der classischen Epoche ein neues Morgenroth wahrhafter Dichtung anbrach und in Jean-Jacques Rousseau ein Dichter erstand, der, wie einst du Bois-Reymond's Beredsamkeit an dieser Stelle ausgeführt hat, unbekümmert um die verknöcherte Classicität aus dem ewig quillenden Jungbrunnen der Natur Gestalten zog, die, weil von der Empfindung eingegeben, auch Empfindung weckten, das blieb d'Alembert wie König Friedrich verborgen, nicht bloss weil persönliche Misshelligkeiten und Abneigung gegen die von Rousseau zur Schau getragene Lebensauffassung ihnen den Blick getrübt, sondern weil sie mit ihren Vorstellungen zu tief und fest an dem unverrückbaren Maass-

stab der classischen Dichtung hafteten, um das Neue zu erkennen und zu würdigen.

Aber der König dachte darin nicht wie d'Alembert, dass man die Dichtung ruhig absterben lasse, sondern war der Überzeugung, dass man sie erhalten und pflegen, verbessern, wo es noth thue, und vervollkommnen müsse; und war selbst bemüht, an seinem Theile dazu mitzuwirken, in den Formen, die er in seiner Jugend gelernt und am Studium Racine's und in Nachahmung Voltaire's bei sich entwickelt und ausgebildet hatte. Und Friedrich's Dichtungen hatten in der That einen grossen Vorzug vor den Poeten, deren Leistungen d'Alembert abfällig beurtheilt hatte: sie waren nicht wie jene gedankenleer, nicht poetische Floskeln an nichtssagenden Inhalt verschwendet, sondern waren reich an originellen Gedanken, wie sie seinem beweglichen, nie ruhenden Geist aus den augenblicklichen Lagen und Erfahrungen des Lebens, in Scherz und Ernst, zuströmten, und denen er mit wunderbarer Herrschaft über die Sprache und ihre Klänge und mit freiester Verfügung über alle Mittel und Formen poetischen Stiles einen zierlichen und wohlklingenden Ausdruck zu geben verstand.

Aber dennoch, so sehr in Friedrich's Dichtungen Rhythmus und Reim erst den Gedanken den fesselnden Reiz der schönen Form verleihen, was sie heben und verschönen, sind doch nur Gedanken, sind Erzeugnisse der denkenden Vernunft und des combinierenden Verstandes, nicht Bilder, nicht Gestalten, die die Einbildungskraft aus innerer Anschauung an das Licht gezogen, sind Gedanken die (nach d'Alembert's Ausdruck) nichts an ihrem Werth verlieren würden, wenn sie in Prosa ausgedrückt wären: wie Horaz, mit dessen Dichtungen Friedrich's Poesie nicht mit Unrecht verglichen worden, von seinen Satiren bekennt, dass, wenn man die Rhythmen auflöse, nichts von Dichtung übrig bleibe, während die von ihm entwickelten Lehren und Betrachtungen ihren Werth auch in prosaischer Form behalten, oder wie den analogen Gedanken Goethe nach entgegengesetzter Seite gewendet hat, wenn er sagt 'ich ehre den Rhythmus und den Reim, wodurch Poesie erst zur Poesie wird, aber das eigentlich tief und gründlich Wirksame ist, was vom Dichter übrig bleibt, wenn er in Prosa übersetzt wird.' Und eine gleiche Meinung hat d'Alembert selbst wieder in andrer Form ausgedrückt, indem er schreibt, 'jede Poesie verliere, wenn sie übersetzt werde, aber die beste sei doch, die am wenigsten dabei verliere.'

Das also was übrig bleibt, wenn man von Friedrich's Dichtungen die rhythmische Form abstreift, ist zwar Gedankenreichthum originellster Art, aber nicht das Gebilde, das die Dichterkraft aus der Tiefe bewegten Gemüthes zieht. Doch wie dem sei, nur der Eine Gedanke tönt aus Friedrich's Streitschrift gegen d'Alembert uns entgegen, 'die

Musenkunst, die mir die Jugend erfreut, soll auch im Alter nicht von mir weichen: bis zum letzten Athemzug will ich dem Apoll und den Musen treu bleiben.'

Und dieser Musendienst, der den König selbst in den Krieg begleitet, ist ihm oft eine Erholung und Erheiterung von Kriegesanstrengung und Regierungssorgen gewesen. Aber es leitete ihn dabei, wie bei allem, was er in der Kunst und Wissenschaft, als Schriftsteller und als Forscher geleistet, auch der Gedanke, dass des Königs unablässige Hingebung an so edle Beschäftigung nicht ohne heilsamen Einfluss auf Gesinnungen und Bestrebungen seines Volkes sein werde. 'Ich habe, sagt er, seit früher Jugend Kunst und Litteratur und Wissenschaften geliebt und seit ich dazu beitragen kann, sie fortzupflanzen und zu erweitern, habe ich mich mit allem Eifer, dessen ich fähig bin, darauf verlegt, weil es ohne sie in dieser Welt wahres Glück nicht giebt.'

Und nun, um auf den andern Anlass der heutigen Feier zurückzublicken, wird es vieler Worte nicht bedürfen, zu zeigen, dass in unserm Herrscherhause lebendig geblieben ist und in unsern Tagen in immer hellerem Glanz tagtäglich sich bewährt und bethätigt die einst von dem grossen Friedrich ausgesprochene Überzeugung, dass ohne die feinern Genüsse, die dem Menschengeist aus Kunst und Wissenschaft erwachsen, wahres Glück in der Welt nicht sein kann.

Alsdann wurden die Jahresberichte über die von der Akademie geleiteten wissenschaftlichen Unternehmungen sowie über die mit ihr verbundenen Stiftungen und verwandten Institute erstattet.

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. Kirchhoff.

Die zur Vervollständigung des dritten Bandes der Nordgriechischen Inschriften nothwendige Bereisung von Thessalien hat sich auch während des ganzen abgelaufenen Jahres nicht ausführen lassen, soll nunmehr aber im kommenden Frühjahr in Angriff genommen werden, während dessen es Hr. Prof. Kern übernommen hat, sich in unserem Auftrage dieser Arbeit zu widmen.

Das zweite Heft des Corpus der Inselinschriften, welches die von Hrn. Paton zusammengestellten und redigirten Inschriften von Lesbos und Tenedos enthält, ist im Druck nahezu vollendet und wird in nächster Zeit ausgegeben werden können; das dritte, von Hrn. Dr.

Freiherrn Hiller von Gaertringen redigirte Heft, dessen Kern die Inschriften von Thera und Melos bilden, ist dagegen im Laufe des verflossenen Jahres fertig gedruckt und bereits gegen Ende desselben ausgegeben worden. Im Anschluss an diese seine Arbeit hat sodann Hr. von Hiller den Auftrag der Akademie übernommen, für ein weiteres Heft des Inselcorpus die Inschriften von Paros, Naxos und, wenn möglich, Chios zusammenzustellen und zu redigiren, und beabsichtigt, die zu diesem Zwecke erforderliche Bereisung des betreffenden Inselbereiches noch in diesem Jahre vorzunehmen.

Die Redaction einer ersten Abtheilung der Peloponnesischen Inschriften ist von Hrn. Prof. M. Fränkel so weit gefördert worden, dass der Druck im Laufe dieses Jahres wird beginnen können.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht der HH. Mommsen und Hirschfeld.

Die Drucklegung der Inschriften der Stadt Rom (Band VI) ist bis zum 419. Bogen fortgeschritten. Hr. Hülsen stellt für das nächste Jahr einen rascheren Fortgang in Aussicht.

Die von Hrn. Ihm bearbeiteten Arretinischen Gefässinschriften sind etwa bis zur Hälfte zum Druck gelangt. Hr. Bormann hat auf einer Reise nach Italien das Manuscript der Nachträge zu Band XI fertig gestellt und die Redaction der Indices vorbereitet. Der Abschluss des seit vielen Jahren in Arbeit befindlichen Bandes ist leider noch immer nicht abzusehen.

Die von dem französischen Gelehrten Léon Renier hinterlassenen inschriftlichen Papiere und Abklatsche, die jetzt der öffentlichen Benutzung zugänglich sind, hat Hr. Hirschfeld auf der Bibliothèque Mazarine in Paris im Frühling des vergangenen Jahres einer Durchsicht unterzogen, die, wie zu erwarten war, nur einen geringen Ertrag ergeben hat. Die Ausgabe der von ihm fertig gestellten Inschriften von Aquitanien und der Lugdunensis wird in den nächsten Wochen erfolgen. Hr. Zangemeister hat die linksrheinischen Inschriften Obergermaniens bis Nierstein im Satz vollendet und für die noch ausstehenden Theile dieser Provinz das durch neue Funde und Publicationen in dem vergangenen Jahr stark vermehrte Material vervollständigt. Von dem massenhaften Instrumentum Galliens und Germaniens, das den dritten Theil des XIII. Bandes bildet, hat Hr. Bohn 8 Bogen zum Druck gebracht.

Die zweite Abtheilung des XV. Bandes, der das Instrumentum der Stadt Rom enthält, ist durch Hrn. Dressel abgeschlossen worden und gelangt in diesen Tagen zur Ausgabe.

Von den Supplementbänden konnte leider auch in diesem Jahr der III. Band in Folge der bereits im letzten Bericht gerügten Verschleppung der Index-Arbeit durch den damit beauftragten Hülfsarbeiter nicht zum Abschluss gebracht werden; für die Vollendung derselben durch einen anderen Bearbeiter werden die Herausgeber Sorge tragen. — Von dem IV. Supplementband ist die erste Abtheilung: die Pompejanischen Wachstafeln in der Bearbeitung des Hrn. Zangemeister im Beginn des vergangenen Jahres erschienen. Die Drucklegung der zweiten Abtheilung: die Wandinschriften von Pompeji umfassend, ist von Hrn. Mau begonnen worden. — Die Africanischen Inschriften (VIII. Supplementband) sind bis auf einen Theil der Meilensteine und das Instrumentum von den HH. Cagnat und Dessau im Druck vollendet.

Das in der Königlichen Bibliothek deponirte epigraphische Archiv, das Dienstags von 11–1 Uhr unter den durch die Beschaffenheit der Sammlung gebotenen Cautelen der Benutzung offen steht, hat im vergangenen Jahr einen grösseren Zuwachs nicht erhalten.

Aristoteles-Commentare.

Bericht des Hrn. Diels.

Im verflossenen Jahre ist Bd. XIII 1 Philoponus (früher Ammonius) in Categorias herausgegeben von A. Busse erschienen. Alexander in Sophisticos elenchos (II 3), bearbeitet von M. Wallies, ist erschienen und der Druck des bisher ungedruckten Ammonius in Priora Analytica von demselben Herausgeber bis auf die Vorrede fertig gestellt worden. Alexander in Meteora in der Bearbeitung von M. Hayduck ist unter der Presse, die ausserdem mit Paraphrasen des Themistius beschäftigt sein wird.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Der III. Band (*P–Z*), dessen Bearbeitung Hr. Dessau an Stelle des erkrankten Hrn. Dr. von Rohden übernommen hatte, ist im Frühling des vergangenen Jahres zur Ausgabe gelangt, so dass nunmehr der alphabetische Haupttheil des Werkes vollständig vorliegt. Der noch ausstehende IV. Band wird die Beamtenlisten, sowie die Nachträge zu den drei ersten Bänden enthalten.

Wegen einer ähnlichen an die Inschriftensammlung sich anschliessenden Arbeit über die römischen Militärinschriften ist mit Hrn. Ritterling in Wiesbaden Vereinbarung getroffen worden, und es ist dieselbe in Vorbereitung.

Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen.

Bericht der HH. Schmoller und Koser.

In Folge des Ausscheidens unseres Mitarbeiters Hrn. Treusch von Buttlar, der nach achtjähriger erspriesslicher Thätigkeit für unser Unternehmen eine Berufung als Staatsarchivar am Königlich Sächsischen Hauptstaatsarchiv nach Dresden erhalten hat, konnte der in Vorbereitung befindliche, für die Urkunden der Jahre 1766 und 1767 bestimmte 25. Band im verflossenen Jahre noch nicht zur Ausgabe gelangen. Die Bearbeitung der Publication liegt nunmehr ausschliesslich in den Händen des Hrn. Dr. Volz, mit der Maassgabe, dass das von ihm hergestellte Manuscript zunächst noch durch Hrn. von Buttlar von Dresden aus einer Durchsicht unterzogen werden wird. Es besteht die Erwartung, die weiteren Arbeiten so gefördert zu sehen, dass mit Ablauf des beginnenden Jahres ausser dem fast abgeschlossenen 25. Band noch ein zweiter vorliegen wird.

Unser Actenmaterial hat abermals werthvollen Zuwachs erhalten, indem mit Genehmigung Sr. Majestät des Königs von Württemberg auf unser Ersuchen uns aus dem Geheimen Hausarchiv zu Stuttgart eine grössere Reihe von Schreiben König Friedrich's II. an Mitglieder des württembergischen Herrscherhauses zur Verfügung gestellt ist. Daraus ergeben sich bereits für den zunächst erscheinenden Band einige wesentliche Ergänzungen, vor Allem aber finden sich in einer Anzahl eigenhändiger Briefe des Königs belangreiche Aufschlüsse für die Geschichte der siebziger Jahre, u. A. in Bezug auf die Vermählung des Grossfürsten und nachmaligen Kaisers Paul von Russland mit der Prinzessin Maria von Württemberg.

Griechische Münzwerke.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Von dem ersten Bande des von Hrn. Imhoof geleiteten nordgriechischen Münzwerkes ist die erste von Hrn. Pick in Gotha bearbeitete Abtheilung, enthaltend die Münzen von Dacien und von der Küste des schwarzen Meeres bis ausschliesslich Odessas (Varna), so wie die sämmtlichen für den ersten Band bestimmten Tafeln, abgeschlossen und zur Ausgabe gelangt. Von der zweiten Abtheilung dieses Bandes sind 4 Bogen gesetzt.

Von dem dritten Band desselben Werkes, der Makedonien umfass und Hrn. Gäbler in Berlin übertragen ist, ist der Satz im August begonnen, indess hauptsächlich wegen Verlegung der Druckerei nich über den ersten Bogen hinausgelangt.

An der Sammlung der Kleinasiatischen Münzen haben, nachdem Hr. Hiller von Gaertringen von der Mitarbeit an derselben zurückgetreten ist, die HH. Kubitschek und von Fritze die Arbeiten fortgeführt und bereiten zunächst sich vor auf die erforderliche Bereisung der grossen Kabinette, wofür insbesondere mit der grossen Sammlung Imhoof der Anfang gemacht ist.

Acta Borussica.

Bericht der HH. Schmoller und Koser.

Die Drucklegung des Briefwechsels zwischen Friedrich Wilhelm I. und dem Fürsten Leopold von Dessau durch Prof. Dr. Krauske in Göttingen, die im Februar 1898 begann, ist bis Bogen 42 (März 1739) gediehen und ihrem Abschluss nahe.

Der zweite Band der Acten, welche sich auf die Behördenorganisation unter Friedrich Wilhelm I. beziehen, ist im Laufe des vorigen Jahres ausgegeben worden; er umfasst auf 40 Bogen die wichtige Zeit vom Juli 1714 bis December 1717, in welche grosse Umgestaltungen der Staatsverwaltung, zunächst hauptsächlich die Reform der obern Provinzialbehörden und ihre Unterordnung unter die Berliner Centralregierung fallen. Dr. Victor Löwe ist jetzt mit der Vervollständigung des Materials für die Zeit von 1718–1723 beschäftigt.

Dr. Hintze hat den ersten Band der Behördenorganisation unter Friedrich dem Grossen nebst der Einleitung über den Stand derselben im Jahre 1740 vollendet, so dass der Druck desselben beginnen konnte.

Dr. W. Naudé, der glücklicherweise wieder ganz hergestellt ist, hat die Acten und die Darstellung der preussischen Getreidehandelspolitik bis 1740 fertig gestellt, so dass der Druck in den nächsten Monaten in Angriff genommen werden kann.

Dr. Freiherr von Schrötter hat die Bearbeitung der preussischen Münzsammlungen des 18. Jahrhunderts und die Münzbeschreibung vollendet und die Darstellung der brandenburgisch-preussischen Münzpolitik von 1701–1740 ausgearbeitet; der Druck dieser Abtheilung unserer Publication könnte beginnen, wenn wir nicht für richtiger hielten, damit zu warten, bis auch die Zeit Friedrich des Grossen im Ganzen zu überblicken ist.

Dr. Bracht hat nach Fertigstellung einer übersichtlichen Darstellung der brandenburgischen Wollgewerbe bis 1713, begonnen, dieselbe Materie für 1713–1740 zu bearbeiten. Die schon vor einigen Jahren von Dr. Freiherr von Schrötter für die Acta Borussica verfasste Darstellung der schlesischen Wollindustrie im 18. Jahrhundert ist zur Entlastung unserer Bände in den Forschungen zur brandenburgischen und preussi-

schen Geschichte B. X, 129–273, B. XI, 75–192 im Laufe dieses Jahres abzudrucken begonnen worden. Diese früher vom Cultusministerium direct, jetzt aus den Mitteln der Acta Borussica unterstützte und von unserem ersten Hülfsarbeiter Dr. Hintze redigirte Zeitschrift soll überhaupt jetzt noch mehr als bisher als Hülfsorgan für unsere Publication dienen.

Dr. Lohmann hat seine archivalischen Studien in Paris und London über die Handelsstatistik und die Reglements der Hausindustrie im 17. und 18. Jahrhundert beendet und ist beschäftigt, die Resultate seiner Reise in zusammenfassenden Denkschriften niederzulegen; die erste derselben über die englische und französische Handelsstatistik des 18. Jahrhunderts wurde der Akademie am 22. December vorgelegt und ist in ihrem Sitzungsbericht von diesem Tage abgedruckt.

Historisches Institut in Rom.

Bericht der HH. Koser und Lenz.

Von der Sammlung der »Nuntiatur-Berichte aus Deutschland« konnte der achte Band der von Hrn. Friedensburg bearbeiteten ersten Serie (Nuntiatur Verallo's, Februar 1545–April 1546) alsbald nach der Abstattung unseres letzten Berichtes der Öffentlichkeit übergeben werden; von dem neunten Band ist das fertige Manuscript im Sommer der Druckerei zugestellt und inzwischen zur Hälfte abgesetzt worden; der Band betrifft den weiteren Verlauf der Nuntiatur Verallo's während des schmalkaldischen Krieges und ergänzt den Schriftwechsel des Nuntius durch eine grössere Anzahl von Beilagen, besonders florentinischen Gesandtschaftsberichten, aus verschiedenen Archiven, u. A. denen zu Venedig, Parma, Modena, Florenz und Innsbruck. Das für den Rest des Pontificats Paul's III. im wesentlichen bereits gesammelte Material wird im nächsten Sommer noch durch Nachforschungen im Wiener Archiv zu ergänzen sein.

Hr. Kupke hat für den ersten Band der Periode Julius' III. nach dem im vorigen Bericht dargelegten Plane die Bearbeitung der eigentlichen Nuntiatur-Depeschen zum Abschlusse gebracht und die ergänzenden Zeugnisse in den Archiven und Bibliotheken von Parma, Guastalla, Mantua, Venedig, Modena und Florenz gesammelt. In Mantua ist es ihm gelungen, in das bisher noch von keinem Forscher betretene Archiv der Familie Capilupo einzudringen, deren Mitglieder im 16. Jahrhundert mehrfach die wichtigsten Missionen für die Gonzaga übernahmen, so dass das Archiv die belangreichsten Ergänzungen für das Archivio Gonzaga bietet. Hr. Kupke beabsichtigt, das Manuscript des ganzen Bandes spätestens im Juni d. J. vorzulegen.

Für den zweiten Band der dritten Abtheilung (Pontificat Gregor's XIII.) hat Hr. Schellhass in den Sammlungen von Neapel, Florenz, Innsbruck und München während des vorigen Sommers so zahlreiche Nachträge gefunden, dass die Zerlegung des Bandes in zwei Hälften unerlässlich erscheint und der Beginn des Druckes erst jetzt wird erfolgen können.

Im Bereiche der vierten Abtheilung (17. Jahrhundert) hat Hr. Kiewning in Königsberg den dritten Band der Nuntiatur Palotto's in Angriff genommen, während Hr. Heidenhain in Jena in Folge seines hartnäckigen Augenleidens die Arbeiten für den von ihm übernommenen Band für den Ausgang Clemens' VIII. und die Anfänge Paul's V. wiederholt hat unterbrechen müssen.

Wesentlich gefördert wurde die Bearbeitung des Repertorium Germanicum, indem durch unsere Mitarbeiter, die HH. Kaufmann, Lulvès und Vahlen unter Leitung des Hrn. Arnold im Vaticanischen Archiv die Lateran-Register Bonifaz' VIII., Gregor's XII., Alexander's V. und Johann's XXIII., sowie die Suppliken-Register Martin's V., im Königlichen Staatsarchiv zu Rom die älteren Acten der päpstlichen Finanzverwaltung weiter ausgezogen worden sind.

Von der 1897 ins Leben getretenen, von Hrn. Friedensburg redigirten Zeitschrift des Instituts, den »Quellen und Forschungen aus italienischen Archiven und Bibliotheken« sind im Vorjahre zwei weitere Lieferungen mit Beiträgen der HH. Arnold, Friedensburg, Haller, Kupke und Schellhass erschienen.

Unsere im letzten Berichte ausgesprochene Hoffnung, die Zukunft des bisher vornehmlich aus dem Dispositionsfonds des Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten unterhaltenen Historischen Instituts und die Stellung seiner Mitarbeiter durch den Staatshaushaltsetat dauernd gesichert zu sehen, hat sich verwirklicht, indem durch das Etatsgesetz die sächlichen und persönlichen Ausgaben für das Institut vom 1. April v. J. ab in den Etat der vom Praesidium des Staatsministeriums ressortirenden Archivverwaltung eingestellt worden sind. Die Verwaltung des Instituts ist damit auf das Directorium der Staatsarchive übergegangen, während die Leitung der wissenschaftlichen Arbeiten wie bisher der akademischen Commission obliegt.

Thesaurus linguae latinae.

Bericht des Hrn. Diels.

Die Pfingstconferenz hat im vergangenen Jahre am 2. und 3. Juni in Berlin stattgefunden. Es wurden einige Abänderungen der Organisation getroffen, durch die der auf Pfingsten 1899 angesetzte Ab-

schluss der Verzettelungs- und Excerpirungsarbeit gesichert und die demnach beginnende Redaction wirksamer in die Wege geleitet werden soll. Die von der Commission unternommenen Schritte, einen Generalredactor in der Person des Dr. Friedrich Vollmer zu gewinnen, sind erfolgreich gewesen. Als Sitz der Redaction, wo das gesammte Zettelmaterial vereinigt werden soll, ist in erster Linie München in Aussicht genommen.

Kant-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Dilthey.

Die Verträge, welche noch in der Abtheilung der Werke ausstanden, sind nunmehr gesichert, und zwar wird Hr. Kehrbach ausser einigen älteren kleineren Schriften die Träume eines Geistersehers, Hr. Lasswitz die grössere Zahl der vorkritischen Schriften, Hr. Adickes die Schrift: De mundi sensibilis atque intelligibilis forma atque principiis, Hr. Maier die Abhandlungen nach 1781 und Hr. Menzer die Grundlegung zur Metaphysik der Sitten herausgeben.

Das Manuscript des ersten Bandes der Werke ist von den Herren Herausgebern zum 1. April d. J. in Aussicht gestellt, und nach den Mittheilungen des Hrn. Oberbibliothekars Dr. Reicke in Königsberg wird auch der Druck des Briefwechsels in diesem Sommer anfangen können.

Wörterbuch der aegyptischen Sprache.

Bericht des Hrn. Erman.

Die Commission verlor ihr Mitglied Hrn. Prof. Ebers durch den Tod. Ein neuer Vertreter der Münchener Akademie ist noch nicht ernannt. Als Mitarbeiter sind für das Unternehmen gewonnen die Herren von Bissing, Dyroff, Erman, Lange, Möller, Pietschmann, Graf Schack, Schäfer, Sethe, Sjöberg, Spiegelberg, Steindorff, Walker, von denen die meisten bereits Beiträge geliefert haben.

Verzettelt sind bisher an religiösen Texten das Buch von der Himmelskuh, der Amonshymnus von Kairo; an litterarischen Texten der Hymnus der Kahunpapyrus, die Geschichte von Horus und Set ebenda, die Geschichte des Lebensmüden, der Papyrus Westcar, der Papyrus d'Orbiney (nur bis 8,4 incl.); an medicinischen Texte der grosse Papyrus Ebers, der Papyrus von Kahun; an mathema tischen Texten der Papyrus Rhind, der Kahuner mathematisch Papyrus; an astronomischen Texten die thebanischen Stunde tafeln; an geschäftlichen Texten der Papyrus Abbott (bis 7 incl. an grösseren Inschriften die Biographie des Una, die poetisc

Stele Thutmosis' III., die Stele von Kuban, die Basisinschrift des Obelisken der Hatschepsut, die »Statue naophore« des Vatican, die sogenannte »Stele von Neapel«, der Denkstein des Nastesen, Louvre C. 26; an Grabtexten El Kab, Grab des Paheri (etwa zur Hälfte); an kleineren Inschriften 115 aus der Berliner Sammlung, eine aus Kairo, 5 aus dem Louvre, 17 Tafeln von PETRIE's Koptos; an Ptolemäertexten etwa ein Neuntel der Inschriften des Tempels von Edfu.

Im Ganzen sind autographirt 2765 Stellen, gedruckt 2607 Stellen, alphabetisirt 51304 Zettel, eingeordnet 34804 Zettel.

In der Beschaffung des nothwendigen, wissenschaftlichen Materials haben wir einen wesentlichen Erfolg zu verzeichnen, Dank dem Eintreten des Hrn. Dr. WILH. HEINTZE, der, während er dem Kaiserlichen Generalconsulat zu Kairo bis vor Kurzem attachirt war, uns vollständige Abklatsche und Photographien der sogenannten Pyramidentexte herstellen liess. Unser Werk wird somit die ältesten Denkmäler der aegyptischen Sprache, die seine wichtigste Grundlage bilden, in völlig gesicherter Gestalt benutzen können. Neben dem Geschenkgeber selbst, der die sehr beträchtlichen Kosten der Arbeit übernahm, geziemt es noch, dabei dankbar des Hrn. Dr. BORCHARDT zu gedenken, der die schwierige Arbeit geleitet und die Photographien zum grossen Theil selbst angefertigt hat. Leider hat die aegyptische Alterthumsverwaltung unserem Wunsche, die fünf Pyramiden dauernd zugänglich zu halten und mit Thüren zu versehen, nicht entsprochen; sie hat sie auf unsere Kosten wieder verschütten lassen, so dass sie auch in Zukunft nur mit grossen Geldopfern zugänglich sein werden.

Hr. Dr. REINHARDT in Kairo sandte wiederholt Abklatsche einzelner Inschriften ein, die ihm im Antikenhandel begegnet waren. Hr. Dr. LANGE benutzte eine Reise nach London dazu, um die dortigen medicinischen und magischen Papyrus abzuschreiben bezw. zu vergleichen.

Ausgabe der Werke von WEIERSTRASS.

Die noch vom Verfasser selbst unter Mitwirkung einer akademischen Commission begonnene Gesammtausgabe der »Mathematischen Werke von KARL WEIERSTRASS«, von welcher die Bände I 1894 und II 1895 erschienen sind, ist nach dessen Ableben von der Commission fortgeführt worden.

Gegenwärtig ist Band III, welcher die »Abhandlungen« abschliesst, unter der speciellen Leitung des Hrn. Prof. J. KNOBLAUCH bis zum 30. Bogen gedruckt. Voraussichtlich werden noch einige Abhandlungen aus dem Nachlass zur Veröffentlichung geeignet sein, so dass der Band etwa denselben Umfang erhalten wird wie jeder der beiden ersten.

Von Band IV, welcher die Vorlesungen über die Theorie der Abel-schen Transcendenten enthält und von den HH. Prof. G. Hettner und Prof. J. Knoblauch redigirt wird, sind 36 Bogen gedruckt und weitere 8 stehen im Satz; voraussichtlich wird der Band im Lauf des Jahres 1899 erscheinen können.

Über die Acta nationis. II.

Bericht des Hrn. Brunner.

Der Druck des biographischen Index zu den Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis ist bis zum 43. Bogen vollendet. Der Rest des Manuscriptes mit Einschluss der Einleitung befindet sich im Satz, so dass der ganze Band unter dem Titel: Deutsche Studenten in Bologna 1289–1562 demnächst erscheinen wird.

Kartographische Aufnahme von Pergamon.

Bericht des Hrn. Conze.

Die Akademie hat im vorvorigen Jahre Hrn. Conze 12000 Mark für eine genaue kartographische Aufnahme der Stadt Pergamon und Umgegend bewilligt.

Die Ausführung ist auf Ansuchen der Akademie von Seiner Excellenz dem Herrn Chef des grossen Generalstabs in die Hand des Hrn. Oberleutnant Berlet gelegt. Dieser hat, zu dem Ende beurlaubt, mit Hrn. Conze, dem Hr. Carl Schuchhardt dabei zur Seite trat, vom 1. August vorigen Jahres an in Pergamon sich aufgehalten und die Arbeit im December so weit vollendet, dass die Auszeichnung mit der Feder zum Zwecke der Herausgabe nunmehr hier in Berlin vor sich geht.

Ausgabe des Ibn Saad.

Bericht des Hrn. Sachau.

Über die Vorarbeiten zu der akademischen Ausgabe der Arabischen Urgeschichte des Islams in Biographien von Ibn Saad ist zu berichten, dass die Nachforschung nach den für diese Arbeit verwendbaren han schriftlichen Materialien in den Bibliotheken Europas und Aegypte das erfreuliche Resultat ergeben hat, dass ausser den vorher bekannt und von Otto Loth benutzten Codices der Königlichen Bibliothek Berlin und der herzoglichen Bibliothek in Gotha noch vier weite Codices nachgewiesen werden konnten:

der Londinensis im Brittischen Museum Or. 3010;
der Scheferianus im Privatbesitz des 1898 verstorbenen Mitgliedes der Pariser Akademie, Hrn. Ch. Schefer;
der Cairinus in der Viceköniglichen Bibliothek in Kairo, Katalog V. S. 81;
der Constantinopolitanus in der Bibliothek der Aja Sophia Nr. 262, nachgewiesen von Hrn. Dr. C. Brockelmann, Breslau.

Die Verwaltungen der Bibliotheken in Berlin und Gotha, sowie Hr. Schefer, Paris, stellten ihre Schätze bereitwilligst zur Verfügung, so dass mit den Copirarbeiten, welche bei dem grofsen Umfange des Werkes eine Reihe von Jahren in Anspruch nehmen werden, sofort begonnen werden konnte. Das Vicekönigliche Aegyptische Unterrichtsministerium, vertreten durch den Unterstaatssecretär Seine Excellenz Jacob Artin Pascha, hat den Cairinus auf seine Kosten copiren lassen und die Copie der Akademie zur Verfügung gestellt, wofür demselben an dieser Stelle unser verbindlichster Dank dargebracht wird. Ausserdem wurde der Londinensis vollständig abgeschrieben, und die Copie der Berliner und Gothaer Handschriften ist gegenwärtig so weit gefördert, dass die Grundlage für die wissenschaftliche Bearbeitung des ersten Doppelbandes, der ausführlichen Biographie Muhammeds, fertig vorliegt. Die Herausgabe dieses Theiles hat der Privatdocent an der Berliner Universität, Hr. Dr. August Fischer, Bibliothekar und Lehrer des Arabischen am Seminar für Orientalische Sprachen, übernommen, und nach dem mit ihm vereinbarten Arbeitsplan dürfte der Druck des ersten Bandes im Laufe des nächsten Jahres beginnen. Die folgenden Bände, enthaltend die Biographien derjenigen Männer, welche an dem ersten Kampf des Islams, der Schlacht bei Bedr im Jahre 624 Theil genommen, der ältesten Anhänger und Mitbegründer der neuen Religion und des neuen Weltreichs, für die zur Zeit bereits ein grosser Theil des Textes copirt ist, werden von Hrn. Sachau herausgegeben werden, und es ist in Aussicht genommen, den Druck dieses Theiles, wenn irgend möglich, bald nach demjenigen der Prophetenbiographie beginnen zu lassen.

Humboldt-Stiftung.

Bericht des Vorsitzenden des Curatoriums Hrn. Waldeyer.

Als Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung sind folgende Abhandlungen erschienen: 1. Haecker, O., Die pelagischen Polychaeten- und Achaetenlarven der Plankton-Expedition; 2. Mortensen, Th., Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition; 3. Chun, K., Die Ktenophoren der Plankton-Expedition; 4. van Beneden, E., Die Anthozoen der Plankton-Expedition.

Von Dr. Thilenius, welcher mit Unterstützung der Humboldt-Stiftung — er erhielt im Jahre 1898 die verfügbare Summe von 7400 Mark — seine Forschungsreise in Polynesien und Neu-Seeland fortsetzt, sind Reiseberichte und werthvolle Sendungen anthropologischen, ethnologischen und zoologischen Inhalts eingetroffen.

Das Stiftungsvermögen hat sich nicht verändert. Der für das Jahr 1899 verfügbare Betrag beläuft sich auf rund 7000 Mark.

Savigny-Stiftung.

Bericht des Hrn. Pernice.

Vom Vocabularium iuris prudentiae Romanae ist ein zweites Heft im Sommer des vergangenen Jahres erschienen. Die Arbeit wird ohne Unterbrechung gefördert, so dass auf das Erscheinen des folgenden Heftes im Laufe des Jahres gerechnet werden darf.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberathenden Commission.

Zum 16. Mai 1898, als dem Jahrestage der Bopp-Stiftung, ist von dem zur Verfügung stehenden Jahresertrage von 1897 im Betrage von 1350 Mark die erste Rate, 900 Mark, dem Privatdocenten Dr. L. Heller in Greifswald zur Fortsetzung seiner Studien auf dem Gebiet der indischen Grammatik und die zweite Rate, 450 Mark, dem Prof. Dr. H. Hirth in Leipzig zur Fortsetzung seiner sprachwissenschaftlichen Studien zuerkannt worden.

Der jährliche Zinsertrag der Stiftung beläuft sich zur Zeit auf 1550 Mark 50 Pf.

Eduard Gerhard-Stipendium.

Bericht des Hrn. Conze.

Das Eduard Gerhard-Stipendium wurde zum ersten Male im Jahre 1894 Hrn. Otto Puchstein verliehen, um die antiken Befestigungen von Paestum zu untersuchen und gemeinsam mit Hrn. Robert Koldewey aufzunehmen. Die Arbeit ist im Jahre 1895 ausgeführt, die Herausgabe aber noch nicht erfolgt. Sie ist verzögert, einmal dadurch, dass beide Herren ausserdem eine Erforschung anderer altgriechischer Bauten in Sizilien und Unteritalien vorgenommen haben und die Herausgabe dieser Forschungen mit der Herausgabe der Befestigungen von Paestum zu verbinden wünschen. Es ist das um so langwieriger dadurch geworden, dass besonders Hr. Koldewey in-

zwischen durch andere ähnliche Arbeiten auf vorderasiatischem Boden in Anspruch genommen worden ist.

In den auf 1894 folgenden Jahren wurde, wie das Statut der Stiftung gestattet, der Zinsbetrag des Capitals zurückgelegt und erst im vorigen Jahre wieder eine Bewerbung ausgeschrieben. Die neue Verleihung wurde Hrn. Theodor Wiegand zu Theil, welcher mit den ihm zur Verfügung gestellten Mitteln die vor den Perserkriegen entstandenen Bauten der Akropolis von Athen herauszugeben unternommen hat.

Eine abermalige Bewerbung ist für das laufende Jahr ausgeschrieben.

Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung.

Bericht des Curatoriums.

Das Curatorium der Stiftung hat aus den im Jahre 1898 verfügbaren Mitteln weitere Sechstausend Mark der Kirchenväter-Commission, und unter gleichzeitiger Ausschüttung des in den Jahren 1896 und 1897 angesammelten Reservefonds Sechsundzwanzigtausend siebenhundert Mark für ein neues Unternehmen bewilligt, welches die zoologische und botanische Erforschung des Nyassa-Sees und der angrenzenden Gebirgslandschaften, insbesondere des Kinga-Gebirges, zum Gegenstand hat.

Die Ausführung dieses Unternehmens ist von HH. Möbius, Schulze und Engler geplant, und bei dem Curatorium beantragt worden, nachdem durch Verhandlungen mit der Colonialabtheilung des Kais. Auswärtigen Amts die Durchführbarkeit sichergestellt war. Auf Veranlassung dieser Behörde wird das Gouvernement von Deutsch-Ostafrica den bereits seit längerer Zeit auf der Station Langenburg am Nyassa-See als Arzt fungirenden Dr. Fülleborn für die zoologischen Arbeiten zur Verfügung stellen, so dass von hier aus nur der Botaniker zu entsenden blieb, welcher in der Person des im hiesigen Kgl. botanischen Garten speciell für die Expedition vorbereiteten Gärtners Goetze gefunden wurde. Das Gouvernement übernimmt ferner gegen eine bei der Colonialabtheilung eingezahlte feste Pauschvergütung alle diejenigen Lasten der Expedition, welche sich hier und im voraus nicht wohl einzeln veranschlagen lassen, nämlich die Gestellung von Trägern für die Landreise des Botanikers von Dar-es-Salâm nach Langenburg und zurück, für die Gebirgsexcursionen während der auf 14 Monat veranschlagten Arbeitszeit im Nyassa-Gebiet und für die behufs Verpflegung der Expedition und Instandhaltung ihrer Ausrüstung während dieser Zeit regelmässig zwischen Dar-es-Salâm und Langenburg aus-

zuführenden Transporte, ferner alle bei programmgemässer Durchführung des Unternehmens etwa erwachsenden unvorhergesehenen Ausgaben; ausserdem stellt das Gouvernement ohne weitere Entschädigung leihweise Reitthiere und die für die Landreisen und den Stationsaufenthalt erforderlichen Einrichtungsstücke und Utensilien zur Verfügung. Weiter hat das Curatorium der Colonialabtheilung die Mittel zur Auszahlung von Gehalt an den Botaniker für 22 Monate und von Tagegeldern für die Zeit seines Aufenthalts in Africa überwiesen; aus dem an Hrn. Möbius als Geschäftsführer des Unternehmens ausgezahlten Rest der Bewilligung sind zu bestreiten die wissenschaftlichen Ausrüstungen des Botanikers und des Zoologen und Transport derselben nach Dar-es-Salâm bez. nach Langenburg, die Kosten der persönlichen Ausrüstung des Botanikers und seine Reise nach Dar-es-Salâm und von da zurück, und die Kosten des Transports der Sammlungen vom Nyassa-See nach Dar-es-Salâm, in welchem Hafen dieselben zur Verfügung des hiesigen Kgl. Museums für Naturkunde gestellt werden.

Die ganze zoologische und botanische Ausrüstung ist am 17. August v. J. mit dem Dampfer »General« von Hamburg nach Dar-es-Salâm abgegangen und daselbst richtig eingetroffen. Auf demselben Dampfer hat sich der Botaniker Goetze am 31. August in Neapel eingeschifft. Derselbe sollte von Dar-es-Salâm nach Langenburg die Reise zu Lande durch Uhehe ausführen, und soll ebenso später über Land nach Dar-es-Salâm zurückreisen, um im Anschluss an die Arbeiten am Nyassa-See auch in dem faunistisch und floristisch noch unerforschten Gebiet zwischen dem See und der Küste Beobachtungen anzustellen und Sammlungen anzulegen. Weitere Nachrichten über die Ausführung des Unternehmens sind noch nicht eingegangen. —

Über den Fortgang der beiden älteren Unternehmungen der Stiftung berichten die hier als Anlagen folgenden von den geschäftsführenden Mitgliedern der leitenden Commissionen eingereichten Mittheilungen.

Anl. I.

Bericht der Kirchenväter-Commission für 1898.

Von A. Harnack.

Im Druck erschienen sind:

1. Der zweite und dritte Band der Kirchenväter-Ausgabe (Origenes' Werke Bd. I und II, hrsg. von Paul Koetschau).
2. Fünf Hefte des die Ausgabe vorbereitenden bez. ihr dienenden »Archivs«, nämlich

   Bd. II Heft 3a: Steindorff, die Apokalypse des Elias u. s.w.
   Bd. II Heft 3b: Wobbermin, Altchristliche liturgische Stücke.
   Jeep, Zur Überlieferung des Philostorgios.

Bd. II Heft 4: von der Goltz, Eine textkritische Arbeit des 10. bez. 6. Jahrhunderts.

Bd. III Heft 1 und 2: von Dobschütz, Christusbilder. Untersuchungen zur christlichen Legende. 1. Hälfte.

Reise-Unterstützungen und andere grössere Bewilligungen:

1. Ehrhard: Reise nach Italien, für Martyrien.
2. von Gebhardt: Reise nach Italien, für Theophilus Antiochenus und Hagiographen.
3. Reichardt: Zuschuss zu einer Reise nach Italien, für Julius Africanus.
4. Schwartz: Reise nach Paris, für Eusebius.
5. Preuschen: Reise nach Italien, für Origenes.
6. Arnold Meyer: Reise nach Südfrankreich, für den äthiopischen Henoch.
7. Violet: Reise nach England, für Apokalypsen in semitischen Sprachen.
8. Hr. Violet erhielt eine Unterstützung zur Fortsetzung seiner Bearbeitung der Esra-Apokalypse.
9. Hr. Urbain erhielt eine Unterstützung zur Fortsetzung seiner Vorstudien für die Ausgabe der Martyrien.
10. Hr. Jacobi erhielt eine Unterstützung für bibliographische Vorarbeiten zur Herausgabe der Chronik des Hieronymus.
11. Für die Abschrift einer lateinischen Handschrift der Esra-Apokalypse in Leon wurde eine grössere Summe bewilligt.

Über die in Vorbereitung sich befindenden Ausgaben ist auf den Bericht für das Jahr 1897 zu verweisen. Als Mitarbeiter sind ferner hinzugetreten: Hr. Marquart (armenische Chronik des Eusebius), Hr. Mercati (Exegetische Werke des Origenes und Eusebius), Hr. Nestle (syrische Kirchengeschichte des Eusebius) und Hr. Radermacher (Henoch).

Anl. II.

Bericht der Commission für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache, für das Jahr 1898.

Von H. Brunner.

Die Arbeiten für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache wurden in erweitertem Umfange fortgesetzt. Das Ergebniss ist in dem hier folgenden von Hrn. Geh. Hofrath Professor Dr. Richard Schroeder unter dem 24. Dec. 1898 eingereichten Berichte und in dem zugehörigen Sonderberichte des Hrn. Dr. Wilhelm des Marez in Brüssel vom 15. Dec. 1898 nachgewiesen.

Bericht von Professor Dr. R. Schroeder.

Die Rechtsquellen der fränkischen Zeit sind mit Ausnahme der Lex Salica und der angelsächsischen Rechtsquellen, die von Prof. Geffcken und Dr. Liebermann übernommen wurden, vollständig ausgezogen, indem Dr. Werminghoff, der schon früher die Capitularien behandelt hatte, die sämmtlichen Volksrechte (ausser der Lex Wisigotorum), die Formeln und die einschlägigen Glossenapparate in dankenswerthester Weise ausgezogen hat. Auf diesem Gebiete fehlen, abgesehen von den erwähnten Ausnahmen, nur noch die Urkunden und die Profanquellen.

Unerwartet reiche Ausbeute ergaben die bisher erschienenen Theile der Oberrheinischen Stadtrechte (Schroeder und Prof. Lorentzen), die von Seestern-Pauly herausgegebenen Neumünsterschen Kirchspiel- und Bordesholmischen Amtsgebräuche (Schroeder) und ein im Miltenberger Stadtarchiv befindliches Manuscript des 15. Jahrhunderts »Trauf-, Kandel- und Wegerecht« (Schroeder).

Die sämmtlichen flämischen Rechtsquellen hat Dr. Wilhelm des Marez in Brüssel übernommen. Über die reichen Ergebnisse seiner bisherigen, überaus schätzenswerthen Mitarbeiterschaft gibt sein hier beigefügter Bericht Rechenschaft.

Die Rechtsquellen der preussischen Ordenslande, abgesehen von den Magdeburger Quellen, insbesondere auch die Landrechte von 1620, 1685 und 1721, sowie die revidirten Formen des Culmischen Rechts hat Prof. von Brünneck, zugleich unter Berücksichtigung der bedeutenden Urkundensammlungen, bearbeitet.

Ausserdem wurden fertig gestellt: im juristischen Seminar des Hrn. Prof. von Amira die Fränkische Landgerichtsordnung von 1618 (M. Bing), die Oberpfälzische Landesordnung von 1599 (W. Burger) und die Nürnberger Reformation von 1564 (A. Stern), von Dr. His das Rechtsbuch nach Distinctionen (Ortloff) und die Goslarer Statuten (Göschen), von Dr. van Vleuten der Richtsteig Landrechts mit Cautela und Premis, die Hamburger Rechtsdenkmäler (Lappenberg), das Hamburger Stadtrecht von 1603 und die Frankfurter Oberhofsentscheidungen (Thomas-Euler), von Prof. von Kirchenheim die evangelischen Kirchenordnungen des 16. Jahrhunderts (Richter), von Dr. Koehne die Wormser Reformation und das Urkundenbuch der Stadt Worms, von Prof. Puntschart der Steirische Landlauf, die Steirische Landrechtsordnung von 1503 und die Grazer Gerichtsformeln (Bischoff), von Dr. Richard Behrend das Glogauer Rechtsbuch (Wasserschleben, Sammlung), von Dr. Georg Stobbe die eine Hälfte der sächsischen Gesetze im Codex Augusteus.

Von dem werthvollen Glossar des Staatsarchivs in Breslau sind die meisten Excerptenzettel, hergestellt von Dr. Kronfeld und Rechts-

candidat Pürschel, bereits eingeliefert und dem Archiv des Wörterbuches einverleibt worden.

Auf anderen Gebieten ist eine grosse Zahl weiterer Mitarbeiter in Thätigkeit getreten, es wird aber, um die ungeheure Arbeit in absehbarer Zeit bewältigen zu können, noch einer bedeutenden Erweiterung des Mitarbeiterkreises bedürfen.

Eine erhebliche Förderung der Arbeiten steht zu erwarten, wenn das in Arbeit befindliche Rechtswörterverzeichniss sich in den Händen der Mitarbeiter befinden wird. Dasselbe wird im Jahre 1899 zum Abschluss gelangen.

Eine andere Erleichterung für die Thätigkeit der Mitarbeiter verspricht sich Berichterstatter von einem demnächst zu veröffentlichenden Probeartikel, welcher das Wort »Weichbild« an der Hand des bis jetzt gesammelten Materials behandeln soll. Es ist wünschenswerth, von diesem Artikel eine grössere Anzahl von Abdrücken für die Zwecke des Wörterbuches, um den einzelnen Mitarbeitern zugestellt zu werden, herstellen zu lassen.

Anhang. — Bericht von Dr. Wilhelm des Marez in Brüssel über die Bearbeitung der flämischen Rechtsquellen.

En vue de ma collaboration au dictionnaire de droit allemand, j'ai examiné les travaux et publications mentionnés dans le relevé suivant.

Bruges et Quartier de Bruges.

1. Coutume de la Ville de Bruges, publiée par L. Gilliodts-Van Severen. (Recueil des anciennes coutumes de Belgique. Coutumes des Pays et comté de Flandre. Quartier de Bruges.) 2 vol. 4°. Bruxelles. 1875.
2. Coutume du Bourg de Bruges, publiée par L. Gilliodts-Van Severen. (Recueil des anciennes coutumes de Belgique.) 3 vol. 4°. Bruxelles. 1883—1885.
3. Coutume de la Prévôté de Bruges, publiée par le même. (Recueil des anciennes coutumes de Belgique.) 2 vol. 4°. Bruxelles. 1887.
4. Coutumes des petites villes et seigneuries enclavées, publiées par le même. (Dans: Recueil des anciennes coutumes de Belgique.) 6 vol. 4°. Bruxelles. 1890—1893.
   Tome Ier: Ardenbourg, Biervliet, Blankenberghe. Tome II: Cadsant, Caprycke, Damme, Dixmude, Eecloo. Tome III: Ghistelles, Houcke, Lichtervelde, Maldeghem, Merckem, Middelbourg, Mude, Munikerede, Nieuvliet, Oostburg. Tome IV: Ostende, Oudenbourg, Sluis. Tome V: Sysseele, Thourout, Watervliet. Tome VI: Winendale, Ysendike. — Supplément.
5. Coutume du Franc de Bruges, publiée par le même. (Dans: Recueil des anciennes coutumes de Belgique.) 3 vol. 4°. Bruxelles. 1879—1880.
6. Inventaire des Archives de la Ville de Bruges, publié par L. Gilliodts-Van Severen. Section Iere. Inventaire des chartes: 13e au 16e s. 7 vol. 4°. Bruges. 1871—1878. — Table analytique par E. Gaillard. 1883 à 1885. — Glossaire par le même. 1882.
7. [F. Van de Putte.] Cronica et cartularium monasterii de Dunis. Brugis. 1864. XIX—1054 pp. 4°. (Dans les Publications in 4° de la Société de l'Émulation de Bruges.)

Gand.

1. Coutume de la Ville de Gand. Tome Ier par A. E. Gheldolf. Bruxelles. 1868. 4°. Tome II par A. Dubois et L. De Hondt. Bruxelles. 1887. 4°. (Dans le Recueil des anciennes coutumes de Belgique.)

2. Chartes et Documents de l'Abbaye de S. Pierre à Gand, publiés par A. Van Lokeren. 2 vol. 4°. Gand. 1868.
3. Petit cartulaire de Gand, publié par F. De Potter. 8°. Gand. 1885.
   Second cartulaire de Gand, publié par le même. 8°. Gand. 1886.
4. Cartulaire de Saint Baron (publié par Serrure; cependant l'ouvrage ne porte pas le nom de l'auteur). Sans date. 1 vol. 4°.
5. Het Klooster ten Walle en de Abdij van den Groenenbriel, publié par V. Van der Haeghen. 1 vol. 8°. Gent. 1888.
6. Annales Abbatiae S. Petri Blandiniensis, publiées par F. Van de Putte. 1 vol. 4°. Gandavi. 1842.

Les pièces justificatives publiées par

L. A. Warnkönig, Flandrische Staats- und Rechtsgeschichte bis zum Jahre 1305. Tübingen 1835—1842. 3 vol. 8°. — Traduction par A. Gheldolf, Histoire de la Flandre et de ses institutions civiles et politiques jusqu'à l'année 1305. 5 vol. 8°. Bruxelles 1835—1864

ont été également examinées par nous.

Quant aux abréviations dans la citation des titres, je m'en suis servi le moins possible et j'ai préféré citer l'ouvrage de telle manière qu'il soit aisé de retrouver le titre entier, en se reférant à la littérature ci-dessus indiquée. J'ai eu soin aussi d'indiquer, à chaque fois, à quel village, à quelle seigneurie, tel ou tel texte se rapportait: il m'a semblé en effet que cette indication pouvait avoir son importance dans la détermination des lieux où telle ou telle terminologie était en usage. Enfin, j'ai classé alphabétiquement et par siècle toutes les fiches recueillies. Ce travail préparatoire aidera fortement le rédacteur des articles et permettra de se mouvoir facilement dans cette multitude de notes.

Die Berichte über die Monumenta Germaniae historica und über das Kaiserliche Archaeologische Institut werden in den Sitzungsberichten veröffentlicht, nachdem von den leitenden Centraldirectionen die Jahressitzungen abgehalten sind.

Sodann berichtet der Vorsitzende über die seit derselben Feier im Januar 1898 bis heute unter den Mitgliedern eingetretenen Personalveränderungen.

Die Akademie verlor durch den Tod das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe: Wilhelm Dames am 22. December 1898; die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe: Rudolf Leuckart in Leipzig, 6. Februar 1898; Karl Wilhelm von Gümbel in München, 18. Juni 1898; Ferdinand Cohn in Breslau, 25. Juni 1898; der philosophisch-historischen Classe: Georg Bühler in Wien, 8. April 1898; Otto Ribbeck in Leipzig, 18. Juli 1898.

Neu gewählt wurden die ordentlichen Mitglieder in der physikalisch-mathematischen Classe: Hr. Theodor Wilhelm Engelmann am 14. Februar 1898; in der philosophisch-historischen Classe Hr. Rein-

HARD KEKULE VON STRADONITZ am 9. Juni 1898. Zum auswärtigen Mitglied in der physikalisch-mathematischen Classe wurde Hr. MAX VON PETTENKOFER in München am 4. April 1898; zu correspondirenden Mitgliedern in der physikalisch-mathematischen Classe die HH. ADOLF FICK in Würzburg, VICTOR HENSEN in Kiel, WILLY KÜHNE in Heidelberg, CARL VON VOIT in München, GEORG OSSIAN SARS in Christiania, ÉMILE PICARD in Paris am 24. Februar 1898, Sir WILLIAM TURNER in Edinburgh am 10. März 1898, Hr. RICHARD HERTWIG in München am 28. April 1898, Hr. HUBERT LUDWIG in Bonn am 14. Juli 1898, AUGUSTE-MICHEL LÉVY in Paris und GUSTAF LINDSTRÖM in Stockholm am 28. Juli 1898, OSCAR BREFELD in Münster (Westf.), ERNST PFIZER in Heidelberg, EUGENIUS WARMING in Kopenhagen am 19. Januar 1899; in der philosophisch-historischen Classe Hr. FERDINAND JUSTI in Marburg am 14. Juli 1898 gewählt.

Zum Schluss theilte der Vorsitzende mit: 1. dass die Akademie die HELMHOLTZ-Medaille ihrem Mitgliede Hrn. RUDOLF VIRCHOW zuerkannt, und 2. dass Seine Majestät der Kaiser und König den zum Andenken an den Vertrag von Verdun gestifteten Preis für das beste in den Jahren 1893-97 erschienene Werk über deutsche Geschichte dem ordentlichen Professor an der theologischen Facultät der Universität Leipzig D. ALBERT HAUCK für seine Kirchengeschichte Deutschlands verliehen habe.

Ausgegeben am 2. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. IV.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1897 . . . . ℳ. 24.—
Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . ℳ. 4.50
» Mathematische Abhandlungen . . . . » 3.50
» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 14.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1896, 1897, 1898.

Weinhold: Zur Geschichte des heidnischen Ritus . . . . ℳ. 2.—
Engler: Über die geographische Verbreitung der Rutaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . . . » 3.—
Schmoller: Gedächtnissrede auf Heinrich von Sybel und Heinrich von Treitschke . . . . . » 2.—
Erman: Gespräch eines Lebensmüden mit seiner Seele . . . . » 6.—
Engler: Über die geographische Verbreitung der Zygophyllaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . . . » 2.—
Stumpf: Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik . . . . » 3.50
Weinhold: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . » 2.50
Erman: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50
Köhler: Gedächtnissrede auf Ernst Curtius . . . . » 0.80
Harnack: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. Jablonski an den Präsidenten G. W. Leibniz (1700—1715) . . . . » 6.—
Weinhold: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—
Virchow: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—
Dümmler: Gedächtnissrede auf Wilhelm Wattenbach . . . . » 1.—
Engelmann: Gedächtnissrede auf Emil du Bois-Reymond . . . . » 1.—

Heymons: Grundzüge der Entwickelung und des Körperbaues von Odonaten und Ephemeriden . ℳ 4.—
Kopsch: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . „ 1.50
Fränkel: Epigraphisches aus Aegina . . . . „ 2.—
Kayser: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . „ 2.50
Brenner: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . „ 3.—
Richarz und Krigar-Menzel: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . „ 11.—

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1897 . . . . ℳ 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . ℳ 8.—

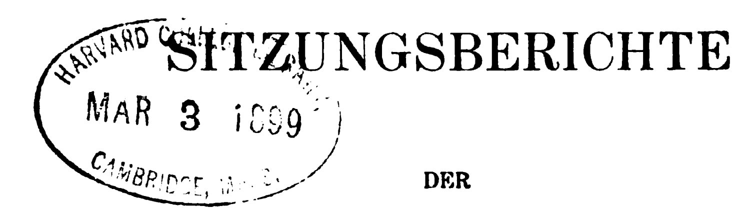
Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung . . . . ℳ 1.—
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen . . . . „ 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung . . . . . „ 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen „ 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente. „ 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen . . . . „ 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien . . . . „ 1.—
Weber: vedische Beiträge. VII. . . . . „ 1.—
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm „ 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX. . . . . . . „ 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter . . . . . „ 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei . . . . „ 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos . . . . „ 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte . . . . . „ 1.—
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären . . . . . „ 1.—
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken „ 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine . . . . „ 0.50
Vogel: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius . „ 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen . . . . „ 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums . . . . „ 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen . . . . „ 1.—
Ziebarth: neue attische Grenzsteine . . . . „ 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament . . . . „ 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus* . . . . „ 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X. . . . . „ 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI. . . . . . . „ 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos . . . . „ 1.—
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben . . . . „ 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert . . . „ 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction . . . . ℳ 0.50
Virchow: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung . . . . „ 0.50
Salomon: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard . . . . „ 0.50
Leiss: Index- und Strahlenflächen . . . . „ 0.50



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

V. VI.

2. FEBRUAR 1899.

MIT TAFEL I.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

---

*Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen **sie im Schriftverkehr steht,** wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:*

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

*» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach **Fertigstellung des Registers.***

1899.
V.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

2. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Sachau las eine 'Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene'. (Ersch. später.)

Die aus dem Dorfe Dêr-ʿAṭijje stammenden Syrisch-Melkitischen Handschriften der Königlichen Bibliothek zu Berlin werden nach ihrem Alter und Ursprung, Schrift und Sprache besprochen. Mehrere derselben sind aus den Ortschaften der Damascene, dem Bischofssitz Ḳâra und Maʿlûlâ, datirt. Speciell werden die Sammlungen von Kirchenliedern, welche im gottesdienstlichen Gebrauche waren, Dichtungen von Johannes Damascenus und Anderen, mit besonderer Beziehung auf die Handschrift Petermann 28 behandelt und auf die Griechischen Originale zurückgeführt.

2. Hr. Diels legte den Bericht der HH. Dr. W. Belck und Dr. C. F. Lehmann über ihre Forschungsreise durch Armenien vor. (Ersch. später.)

Ausgegeben am 9. Februar.

1899.
VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

2. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Schwendener las: Über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria*.

Gegenüber der Behauptung Vöchting's, dass die jüngsten Blattanlagen sich nicht an die vorhergehenden anschliessen, wird gezeigt, dass die Beobachtungen am Scheitel mit den Praemissen der Anschlusstheorie wohl vereinbar sind.

2. Derselbe las: Über den Öffnungsmechanismus der Antheren.

Die Annahme, dass beim Öffnen der Antheren die Cohaesion des Wassers im Lumen der Faserzellen den Ausschlag gebe, wird widerlegt. Die Öffnungsbewegung kommt ausschliesslich dadurch zu Stande, dass die Zellhäute der Faserzellschicht sich beim Austrocknen stark contrahiren.

Über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei Linaria spuria.

Von S. Schwendener.

Hierzu Taf. I.

In seiner Abhandlung »über Blüthen-Anomalien«[1], in der auch die Blattstellungen der Laubtriebe kurz besprochen sind, kommt H. Vöchting zu dem Ergebniss, dass die von ihm beobachteten Thatsachen mit meiner Anschlusstheorie nicht im Einklang stehen. Er sagt auf S. 50 des Separatabzuges wörtlich: »Ein Blick auf unsere Abbildungen überzeugt alsbald, dass die Stellung der Blätter, ihre quirlige und schraubige Ordnung, sowie der Übergang von der einen zur anderen, nicht durch eigentlichen Contact verursacht werden kann, da ein solcher gar nicht stattfindet.«

Man erfährt nun allerdings nicht, wie der »eigentliche Contact« in Bezug auf die jüngsten Anlagen, die noch kaum nach aussen vorgewölbt sind, beschaffen sein müsste, um den Anforderungen Vöchting's zu genügen. Dagegen glaube ich meinerseits den Begriff des Contactes oder Anschlusses auch für die Jugendzustände der seitlichen Organe naturgemäss, unter Zugrundelegung sicher beobachteter Thatsachen, formulirt zu haben. Ich verweise insbesondere auf meine Mittheilung vom Jahre 1895[2] und hebe daraus die folgende Stelle nochmals hervor.

»Dagegen erheben sich die jüngsten Stadien seitlicher Organe, welche eben mikroskopisch erkennbar geworden, noch gar nicht über die Oberfläche und können demzufolge Contactbeziehungen wie die oben (bei *Helianthus*-Köpfen u. s. w.) erwähnten, unmöglich darbieten. Es besteht aber Anschluss oder Contact in einem anderen Sinne. Die Bildungscentren der jüngsten Anlagen zeigen nämlich dieselben relativen Abstände von einander, wie die vorhergehenden älteren, welche bereits höckerartig vorspringen. Jeder Anlage entspricht also eine gewisse Area, ein bestimmtes Entwicklungsfeld, das sie im Verlaufe

[1] Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXI, Heft 3 (1898).

[2] Diese Berichte. Jahrg. 1895, S. 650. Gesammelte bot. Mitth. Bd. I, S. 191.

ihrer Ausgestaltung vollkommen ausfüllt, aber nicht überschreiten kann, weil die benachbarten Anlagen die ihnen zugemessenen Felder ebenfalls vollständig beanspruchen.«

In späteren Stadien — so habe ich weiter ausgeführt — bilden die jungen Anlagen in der Profilansicht Wellenberge, welche mit den dazwischen gelegenen Wellenthälern regelmässig alterniren, wobei jedoch die Contactverhältnisse sich je nach der Form der Profile etwas verschieden gestalten. Unter allen Umständen aber ist der Entstehungsort der neu hinzukommenden Organe durch die bereits vorhandenen bestimmt.

Von diesen Ausführungen ausgehend, vermag ich nun die VÖCHTING-schen Figuren 18—24 auf Taf. X nicht als Belege dafür anzuerkennen, dass zwischen den Blattanlagen 1 und 3 zur Zeit des ersten sichtbaren Hervortretens von 1 ein Contact nicht bestanden habe, und dasselbe gilt auch für die Beziehungen zwischen 1 und 4. In meinen Augen sprechen diese Figuren vielmehr zu Gunsten des Contactes, und zwar sowohl auf der Zweier- wie auf der Dreierzeile, nur müssen wir in Gedanken bis auf dasjenige Stadium zurückgehen, in welchem Blatt 1 durch die eigenartige Gruppirung der Zellen eben erkennbar und zugleich örtlich bestimmt ist. In den citirten Figuren erscheint dieses Blatt bereits als Höcker, und es mag richtig sein, dass auf dieser Entwicklungstufe der Contact auf der Dreierzeile in Folge frühzeitiger Streckung der Internodien nicht mehr besteht. Doch können hierüber, und ebenso über die Verhältnisse auf der Zweierzeile, nur Längsansichten entscheiden. So überzeugend klar, wie VÖCHTING meint, liegen die Dinge jedenfalls nicht.

Da jedoch die Contactfrage zu immer neuen Einwendungen gegen meine Theorie der Blattstellungen Veranlassung gibt, so darf ich mich nicht darauf beschränken, die schwachen Punkte in den Angaben meiner Opponenten aufzudecken und die Richtigkeit ihrer Schlussfolgerungen zu bezweifeln; ich betrachte es vielmehr als meine Aufgabe, die Pflanzen selbst, auf welche die fraglichen Angaben sich beziehen, sorgfältig zu untersuchen und meine Kritik durch eigene Beobachtungen zu stützen.

In Bezug auf *Linaria spuria*, mit welcher Art sich VÖCHTING vorzugsweise befasste, glaubte ich indess mein Hauptaugenmerk auf die Laubsprosse richten zu sollen, weil hier die Anschlussverhältnisse nicht, wie bei der Blüthe, durch Zygomorphie oder durch Fehlschlagen einzelner Blattorgane getrübt oder verwickelt sind. Einzelne allgemeinere Fragen, welche den Blüthenspross betreffen, sollen später besprochen werden.

Das Material zur Untersuchung verdanke ich meinem verehrten Opponenten H. VÖCHTING, der mir kräftige Exemplare aus dem Tübin-

ger botanischen Garten zur Verfügung stellte; ich versäume nicht, ihm für diese Gefälligkeit meinen besten Dank auszusprechen.

Was nun die Resultate betrifft, die sich bei der Untersuchung ergeben haben, so verweise ich zunächst auf die Querschnitte durch die Scheitelregion, welche in Fig. 1, 3, 4, 5 der beigegebenen Tafel veranschaulicht sind. Man wird nicht bestreiten können, dass sie im Allgemeinen mit analogen Scheitelansichten dicotyler Sprosse übereinstimmen, und wenn man näher auf die Einzelheiten achtet, so ergibt sich z. B. in Fig. 1 ein wahrscheinlicher Contact der Blattanlage 9 mit 6 und 7, also auf der Dreier- und Zweierlinie, sowie ferner der Anlage 10 mit 7 und 8, und der Anlage 11 mit 8 und 9. Dabei ist wohl zu beachten, dass die axillaren Blüthenanlagen, wo solche vorhanden sind, gemeinsam mit dem zugehörigen Tragblatte als Contactkörper fungiren. Man wird in diesem Falle mit der Möglichkeit zu rechnen haben, dass auch auf der Fünferlinie, so z. B. zwischen 6 und 11 und ebenso zwischen 4 und 9 in Fig. 1, eine Zeit lang Contact besteht.

Ähnlichen Beziehungen begegnen wir auch in Fig. 3, wo wiederum der Contact zwischen den jüngeren Anlagen auf der Zweier- und Dreierlinie zum Mindesten als wahrscheinlich und in Folge Hinzutretens von Blüthenknospen auch auf der Fünferlinie als möglich zu bezeichnen ist.

Übereinstimmende Bilder geben ferner die Figuren 4 und 5, die nach dem Gesagten keiner weiteren Erklärung bedürfen. In Fig. 4 habe ich ausser den Contactverhältnissen noch die Grösse der Divergenz annähernd festzustellen gesucht und als Mittel von 4 Messungen $139\frac{1}{2}°$ erhalten, welcher Werth von der so häufig vorkommenden $^5/_{13}$ Divergenz nur um einen Grad differirt. Weitere Messungen ergaben nur wenig abweichende Ziffern.

Wie die Contactverhältnisse sich auf Längsschnitten gestalten, zeigen die Figuren 2, 7 und 8. In Fig. 7 ist Blatt 6 nebst dem zugehörigen Axillarspross in der Entwicklung schon ziemlich weit vorgeschritten und das nächstfolgende Blatt auf der Dreierzeile (9) ein stark vorspringender Höcker. Es liegen hier also nicht die jüngsten Stadien vor. Und doch ist der Abstand zwischen den beiden Anlagen ein so geringer, dass die Annahme eines ursprünglichen Contactes durchaus gerechtfertigt erscheint. Dasselbe gilt von der Zweierzeile 6, 8, 10, wobei überdies zu bemerken, dass die Basalgrenze von Blatt 8 nicht deutlich erkennbar war und wahrscheinlich weniger weit von der zugehörigen Axillarknospe abstand, als in der Zeichnung angegeben. Auf der rechten Seite der Figur 7 ist endlich noch das mit 10 auf der Dreierzeile stehende Blatt 7 nebst der zugehörigen axillaren Blüthenanlage zu sehen. Auch hier ist die Annahme eines vorhanden gewesenen oder noch vorhandenen Contactes sehr nahe liegend.

Fig. 8 stellt einen dünnen Längsschnitt dar, an welchem das jüngste Blatt 8 als schwache Vorwölbung erscheint. Ein Contact mit 5 war hier allerdings nicht nachzuweisen; allein es ist wahrscheinlich, dass der Zwischenraum auf der Dreierzeile durch eine Blüthenanlage ausgefüllt war, da eine solche dem etwas höher stehenden Blatt 6 unzweifelhaft zukommt. Ich möchte sogar vermuthen, dass die leider undeutliche Basallinie dieses Blattes fast bis zum oberen Rand der mit 3 bezeichneten Blüthenknospe herabreicht und folglich den Contact auf der Dreierzeile auch in diesem vorgerückteren Stadium noch so zu sagen bestehend erhält.

In Fig. 2 verdient namentlich das Verhältniss zwischen dem zugekehrten Blatt 7 nebst Axillarknospe und der schwach vorgewölbten Anlage 10 hervorgehoben zu werden. Hier ist ein Anschluss in meinem Sinne kaum zu bezweifeln. Ausserdem zeigt die Figur, dass zwischen 7 und 2 auch auf der Fünferzeile noch nahezu Contact besteht. Die übrigen Blätter bieten nichts Neues. Blatt 6 betreffend sei noch bemerkt, dass nach Analogie mit 7 und 8 auch hier ein Axillarspross hinzuzudenken ist, der allerdings am Praeparat nicht sicher zu erkennen war.

Nach diesen Befunden kann ich die Behauptung VÖCHTING's, dass bei *Linaria spuria* ein Contact zwischen den Anlagen der Blätter nicht vorhanden sei, nur als unhaltbar bezeichnen. Richtig ist bloss, dass die ursprünglichen Beziehungen durch die Streckung der Internodien frühzeitig gestört werden. Und mit Rücksicht darauf scheint mir diese Pflanze zur Beurtheilung von Blattstellungsfragen ein wenig geeignetes Object zu sein.

Was nun noch den axillaren Blüthenspross betrifft, so beschränke ich mich auf einige wenige Bemerkungen, welche bloss die allgemeinen Stellungsverhältnisse, nicht die specielle Morphologie der Blüthe betreffen. Diese letztere ist für die Theorie der Blattstellungen von untergeordneter Bedeutung.

Zunächst sei daran erinnert, dass die mit Vorblättern versehenen Blüthensprosse der Dicotylen für die ersten drei Blattorgane in der Regel dieselbe Stellung ergeben, wie sie an vegetativen Axillartrieben, deren Contactverhältnisse keinem Zweifel unterliegen, zu Stande kommt. Die ersten zwei Blätter liegen nämlich stets rechts und links, zuweilen nach hinten mehr oder weniger genähert; das dritte Blatt — am Blüthenspross das erste Kelchblatt — steht schief nach vorn. Damit ist die Richtung der Blattspirale und im Wesentlichen auch die Stellung der folgenden Blätter bestimmt.[1] Die Entwicklungsfolge dagegen, die

[1] Vergl. meine Theorie der Blattstellungen, S. 100.

am Laubtrieb ebenfalls vorgezeichnet ist, kann in der Blüthe bei zygomorpher Ausbildung verändert werden.

Ist es nun wahrscheinlich, dass eine so eigenartige, für die Mehrzahl der dicotylen Seitensprosse charakteristische Stellung das eine Mal durch augenfällige Contact- und Druckverhältnisse, ein anderes Mal durch unbekannte innere Kräfte herbeigeführt werde?

In zweiter Linie ist wohl zu beachten, dass das constante Fehlschlagen der Vorblätter bei *Linaria* und manchen anderen Scrophulariaceen bekanntlich keine Stellungsänderungen bewirkt. Zur Erklärung dieses Verhaltens mag die Erwägung dienen, dass die entsprechenden Stellen am Mutterorgan nicht mehr organbildend wirken können und folglich nur noch als passive Hindernisse, gleichsam als »Ausweichsteine« in Betracht kommen. Vom mechanischen Gesichtspunkte aus betrachtet, bieten solche Erscheinungen keinerlei Schwierigkeiten. Ebensowenig das Fehlschlagen des fünften Kelchblattes ohne Verschiebung der vier bleibenden.

Aus den im Vorhergehenden bezeichneten Thatsachen folgt nun drittens, dass Vöchting offenbar etwas zu weit geht, wenn er sagt, der junge Blüthenspross stehe zu der Zeit, wo er das erste Kelchblatt bildet, »ringsum frei in der Blattachsel«. Selbst angenommen, diese Angabe sei nach dem unmittelbaren Eindruck des mikroskopischen Bildes begründet, so müsste sie doch bedeutungslos erscheinen gegenüber der Thatsache, dass um diese Zeit die Stellung der ersten Blätter am Blüthenspross nach Analogie mit den vegetativen Seitentrieben bereits vorgezeichnet ist. Und für diese letzteren lassen sich die von mir hervorgehobenen mechanischen Momente nicht in Abrede stellen.

Auf S. 51 der citirten Abhandlung (Separatabzug) findet sich ferner ein Satz, gegen den ich Einsprache erheben muss; er lautet: »Es sind innere Ursachen, die bestimmen, ob eine Anlage zu einem Laub- oder Blüthenspross werden soll; es sind dieselben Ursachen, die damit zugleich den Ort der ersten Blatthügel angeben.« Den ersten Theil dieses Satzes kann man ohne Bedenken gutheissen, freilich mit dem Bemerken, dass diese inneren Ursachen zur Zeit gänzlich unbekannt sind. Der Autor kann demzufolge unmöglich wissen, dass »dieselben Ursachen« nicht bloss die Natur des Sprosses, sondern auch die Anordnung seiner seitlichen Organe bewirken. Mit gleichem Rechte könnte man behaupten, dass der »Blüthenstoff« im Sinne von Sachs für die Stellung dieser Organe maassgebend sei.

Bezüglich der inneren Organe der Blüthe, speciell der Kronblätter und Staubgefässe, bemerke ich bloss, dass mir gerade hier jeder Zweifel am Vorhandensein eines Contactes gänzlich unbegründet erscheint. Die Kronblätter (p in Fig. 6) schmiegen sich innig an die Kelchblätter (s)

an, indem sie an den abgerundeten Ecken des pentagonalen Blüthenbodens hervorsprossen. Ebenso die Staubgefässe an die Kronblätter. In dieser Beziehung vermag ich die VÖCHTING'sche Figur 2 auf Taf. XII nicht als richtig anzuerkennen; sie entspricht wohl einer bestimmten Einstellung, führt aber zu der falschen Annahme, die Staubgefässe seien als cylindrische Zapfen frei auf dem Blüthenboden eingefügt. Dass dies nicht der Fall, ist schon aus den Darstellungen PAYER's und SCHUMANN's zu ersehen, die ich in diesem Punkte für zutreffend halte.

Endlich mag noch eine Frage von untergeordneter Natur in aller Kürze berührt werden; sie betrifft die elliptische Querschnittsform der Blüthenanlagen. SCHUMANN meint, die Deckblätter seien bei dieser Formbildung gänzlich unbetheiligt, da von Druckwirkungen nicht die Rede sein könne. Dieser Auffassung kann ich nach eigenen Beobachtungen nicht beipflichten. Ich habe mich im Gegentheil auf Quer- und Längsschnitten leicht überzeugen können, dass in einem gewissen mittleren Entwicklungsstadium, noch vor dem Auftreten des ersten Kelchblattes, zwischen Tragblatt und Blüthe thatsächlich Contact besteht, womit eine geringe Abplattung der Blüthenanlage recht wohl im Zusammenhang stehen könnte. Die fragliche Ellipse weicht so wenig vom Kreise ab, dass zu ihrer Herstellung schon eine geringfügige Kraft ausreichend erscheint. Über diese Contactbeziehungen geben schon die Längsansichten Fig. 2 und 7 einige Auskunft; man vergleiche in Fig. 7 Blatt 6 und die zugehörige Blüthenanlage, in Fig. 2 die Anlage 2.

Unter den mir vorliegenden, auf der Tafel nicht wiedergegebenen Abbildungen befinden sich indess mehrere, welche diesen Contact noch deutlicher zum Ausdruck bringen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch die Scheitelregion. Die Blätter stehen in rechtsläufiger Spirale und sind mit 1–11 bezeichnet. In den Blattwinkeln von 2 und 4 befinden sich Blüthensprosse.

Fig. 2. Längsschnitt durch den Stammscheitel. Die Ziffern 2, 4, 7 und 8 stehen innerhalb der Umrisslinie der axillaren Blüthenanlagen, bezeichnen aber zugleich die zugehörigen Blätter. Blatt 4 ist nebst seiner axillaren Blüthenanlage zugekehrt, Blatt 8 abgekehrt; 9 liegt zwischen 1 und 4. Blattspirale linksläufig.

Fig. 3. Querschnitt durch die Scheitelregion. Die Blätter 1–8 in linksläufiger Spirale. In den Blattwinkeln von 1 und 3 je eine quer-elliptische Blüthenanlage.

Fig. 4. Ein ähnlicher Querschnitt mit linksläufiger Blattspirale. In den Blattwinkeln der mit 0, 1, 2 und 3 bezifferten Blätter je eine Blüthenanlage. Die radialen Linien dienen zur approximativen Bestimmung der Divergenzen.

Fig. 5. Ein ähnlicher Querschnitt mit rechtsläufiger Spirale.

Fig. 6. Querschnitt durch einen Blüthenspross. *T* das Tragblatt, *s* die Kelchblätter, *p* die Kronblätter. Der Pfeil deutet die Medianebene an.

Fig. 7. Längsschnitt durch den Scheitel. Blatt 8 nebst zugehöriger Axillarknospe ist abgekehrt.

Fig. 8. Ein ähnlicher Längsschnitt. Von Blatt 1 und 3 ist nur der Umriss des axillaren Blüthensprosses gezeichnet.

F. Laue lith.

Schwendener: Blattanlagen bei Linaria spuria.

Über den Öffnungsmechanismus der Antheren.

Von S. SCHWENDENER.

Seitdem es feststeht, dass die Cohaesion des Wassers und ebenso die Adhaesion seiner Theilchen an benetzbaren Körpern einen viel höheren Werth besitzt, als früher angenommen wurde, hat es nicht an Versuchen gefehlt, diese Thatsache für die Lösung mechanisch-physiologischer Probleme zu verwerthen. Ich erinnere nur an die Erörterungen von H. DIXON und J. JOLY über das Saftsteigen, an die auf denselben Gegenstand bezügliche Arbeit ASKENASY's, an die Veröffentlichungen von SCHRODT und STEINBRINCK über das »Springen« der Farnsporangien, endlich an die Mittheilungen KAMERLING's über das Einrollen gewisser Moosblätter beim Welken und über das Aufspringen der Antheren.

Der letztgenannte Vorgang war in neuerer Zeit wiederholt Gegenstand der Untersuchung gewesen und es schien vollkommen klar zu sein, dass die Bewegung der Antherenklappen beim Öffnen und Schliessen zu den rein hygroskopischen Erscheinungen gehört. Mit dieser Annahme stand auch das Verhalten der Faserzellen, insbesondere die Form ihrer Wandverdickungen und die aussergewöhnliche Dimensionsänderung der Zellhäute bei der Aufnahme und Abgabe von Wasser in vollkommener Übereinstimmung. An Einzelheiten, die noch weiterer Aufklärung bedurften, fehlte es zwar nicht, aber in den Hauptzügen war diese hygroskopische Theorie der genannten Bewegungen durchaus befriedigend und verständlich.

Ich war daher einigermaassen überrascht durch die Wahrnehmung, dass einer der Begründer dieser Theorie, STEINBRINCK, dessen Veröffentlichungen zur vollständigen Aufhellung hygroskopischer Vorgänge und ihres Zusammenhanges mit der Wandstructur so wesentlich beigetragen haben, in seiner vorläufigen Mittheilung vom 22. April 1898[1] die wohlbegründete »Schrumpfungstheorie« mit der Cohaesionsfrage zu combiniren und seine früheren Ausführungen im Anschluss an die KAMERLING'sche Cohaesionsmechanik zu berichtigen strebt. Denn ange-

[1] Berichte der Deutschen Bot. Ges. 1898. S. 97.

nommen, diese Berichtigung sei begründet, so ist damit die Harmonie zwischen Bau und Function vollständig preisgegeben, weil die aussergewöhnlich starke Contraction der Faserzellen beim Austrocknen (bis zu 60 Procent und darüber) mit der angeblichen Cohaesionswirkung des Zellsaftes in keinem Zusammenhang steht. Die Contraction der Zellhäute kann erst bei beginnendem Welken zur Geltung kommen; die Cohaesionswirkung dagegen setzt flüssigen Inhalt und folglich gesättigte Membranen voraus. Ein gleichzeitiges Zusammenwirken der beiden Kräfte ist also undenkbar, und wenn die eine für sich allein die erforderliche Arbeit zu leisten vermag, so ist die andere entbehrlich.

Diese Erwägungen gaben mir Veranlassung, eine Anzahl Antheren in Bezug auf ihr Verhalten während der Öffnungs- und Schliessbewegung zu untersuchen und zugleich über das Auftreten der blasenartigen Räume in den Faserzellen, sowie über das Maass der Contraction beim Austrocknen einige Beobachtungen anzustellen. Diese drei Punkte sollen im Folgenden der Reihe nach besprochen werden.

1. Die Öffnungs- und Schliessbewegung.

Wenn man Querschnitte durch aufgesprungene Antheren, z. B. von *Fritillaria imperialis*, im Wasser liegen lässt, bis sie sich wieder vollständig geschlossen haben, und dann auf einer Nadelspitze befestigt, um bei schwacher Vergrösserung die successiven Wirkungen des Austrocknens verfolgen zu können, so lassen sich folgende Sätze durch directe Beobachtung constatiren.

1. Die Öffnungsbewegung einer Antherenklappe beginnt erst, wenn alle Flüssigkeit aus dem Lumen der Faserzellen verschwunden und die Klappe in Folge dessen bei durchfallendem Licht schwarz geworden ist. Jetzt aber nimmt das Austrocknen der Zellhaut einen ziemlich raschen Verlauf und dementsprechend vollzieht sich auch die Öffnungsbewegung in wenigen Minuten bis zur Geradestreckung der Klappe, und zwar ganz allmählich ohne jeden Ruck. Von irgend einer Cohaesionswirkung kann hier also gar nicht die Rede sein. Das Praeparat bleibt vollkommen unbeweglich, bis die Faserzellen entleert sind.

Lässt man die Schnitte auf dem Objectträger austrocknen, so adhaeriren sie häufig mehr oder weniger am Glas, wodurch allerdings ruckweise Bewegungen herbeigeführt werden, die aber mit der Cohaesion des flüssigen Zellinhalts nichts zu thun haben. Um solche Fehlerquellen zu vermeiden, ist die oben erwähnte Befestigung des Versuchsobjectes auf der Nadelspitze oder sonst in geeigneter Weise zu empfehlen.

2. Im ausgetrockneten Zustande erscheinen die Zellhäute der Faserzellen in derjenigen Richtung, welche zu den Verdickungsleisten senkrecht steht, stark contrahirt, sie bleiben aber nach wie vor straff gespannt, ohne jemals Falten zu bilden.

Um sich hiervon zu überzeugen, thut man am besten, die Faserzellen durch mechanische Einwirkungen oder durch Maceration zu isoliren und nach dem Austrocknen absoluten Alkohol zuzusetzen. Das mikroskopische Bild erhält dadurch die erforderliche Deutlichkeit wieder, ohne dass bemerkbare Form- oder Dimensionsänderungen eintreten.

Die gegentheilige Angabe STEINBRINCK's, wonach durch Cohaesionswirkung des wässerigen Zellinhaltes Falten entstehen und beim Austrocknen erhalten bleiben sollen, muss ich als unzutreffend bezeichnen.

3. Legt man trockene Querschnitte durch die Anthere in Wasser, so imbibiren sich die Membranen der Faserzellen binnen wenigen Minuten bis zur Sättigung und bewirken dadurch eine continuirliche Schliessbewegung der Klappen. Gleichzeitig füllen sich auch die Lumina der Zellen mit Flüssigkeit, wobei die blasenartigen Räume rasch kleiner werden und bald vollständig verschwinden. Ein solches Verhalten rechtfertigt die Annahme, dass die Faserzellen im trockenen Zustande luftleer sind oder höchstens Spuren von Luft in starker Verdünnung enthalten.

Ist in Folge von Verletzungen Luft in diese Zellen eingedrungen, so bleibt sie nach Wasserzusatz noch stundenlang in Blasenform erhalten. Diese Thatsache, die sich auch an absichtlich verletzten Zellen — mit mikroskopisch controlirbaren Öffnungen in der Zellhaut — leicht feststellen lässt, beweist wohl am besten, dass die Blasen in den unversehrten Faserzellen bei Zusatz von Wasser nicht in Folge des capillaren Druckes verschwinden, sondern weil es luftleere Räume sind.[1]

Die vorstehenden Sätze stützen sich auf Beobachtungen an folgenden Pflanzen:

Aquilegia vulgaris, Brassica campestris, Digitalis purpurea, Fraxinus Ornus, Fritillaria imperialis, Hemerocallis flava, Paeonia spec., *Trollius europaeus, Tulipa Gesneriana.*

Für diese Versuchsobjecte betrachte ich es als erwiesen, dass die Cohaesion oder Adhaesion des Zellsaftes für die Öffnungsbewegung der Antherenklappen ohne alle Bedeutung ist.

---

[1] Der capillare Druck erreicht beispielsweise bei kugelförmigen Blasen von 40 Mik. Durchmesser nur den Betrag von 0.07 Atmosphaeren (Näheres im »Mikroskop« 2. Aufl. S. 370). Ein so geringer Druck ist offenbar nicht im Stande, eine rasche Absorption vorhandener Luft zu bewirken. Wirkliche Luftblasen bleiben demgemäss, wie oben angegeben, stundenlang unverändert.



Auf die verschiedenen Arten und Abstufungen der Klappenbewegungen näher einzugehen, habe ich keine Veranlassung. Ich bemerke bloss, dass bald die ganze Klappe (*Fritillaria imperialis*), bald nur ein mittlerer Theil derselben (*Tulipa Gesneriana*) am Zustandekommen der Bewegung activ betheiligt ist.

2. Mechanik der Bewegung.

Die Mechanik der Bewegung hat bereits Leclerc du Sablon[1] in der Hauptsache richtig dargelegt, indem er nachwies, dass die Faserzellen die allein wirksamen sind und durch stärkere Contraction der Aussenseite die Geradestreckung der Klappen bewirken Er sagt auf S. 104 der citirten Mittheilung wörtlich: il est bien évident, que la face externe, uniquement formée de cellulose, se contractera plus que la face interne qui porte des bandes lignifiées en forme d'étoile. Und in gleichem Sinne äussert er sich noch an mancher anderen Stelle. Auch darüber war er vollständig im Klaren, dass dieser Unterschied in der Contractionsfähigkeit mit Differenzen im anatomischen Bau zusammenhängt, deren Natur er zuerst richtig erkannte und durch Abbildungen veranschaulichte. Dass er dabei irrthümlicher Weise gerade die Verholzung der Verdickungsleisten besonders betonte, ist von geringem Belang.

Die späteren Veröffentlichungen von Schrodt und Steinbrinck bestätigten im Wesentlichen die Richtigkeit dieser Darstellung und lieferten beachtenswerthe Ergänzungen. Doch bezieht sich die Mechanik Steinbrinck's nur auf Faserzellen, deren Verdickungsleisten auf der Innenseite die bekannte Sternfigur (Fig. 1) bilden und auf der Aussenseite blind endigen.

Fig. 1.

Es gibt nun aber zahlreiche Pflanzen, bei welchen diese Zellen mit parallelen Verdickungsleisten ausgestattet sind, die höchstens hie und da anastomosiren, aber keine Sternfiguren bilden. So z. B. bei den Primulaceen, Labiaten, Scrophulariaceen (*Digitalis*) u. a. Auch für solche Constructionsformen hat Leclerc du Sablon gezeigt, dass die Innenseite der Faserschicht sich beim Austrocknen weniger stark contrahirt als die Aussenseite, weil auf der letzteren die Verdickungen entweder vollständig fehlen oder doch eine relativ kleinere Fläche einnehmen als auf der Innenseite. Nur die unverdickte Membran ist bei der Contraction betheiligt.

Zur näheren Orientirung über die vorkommenden Contractionsdifferenzen theile ich nachstehend die Ergebnisse einiger Messungen mit

[1] Recherches sur la structure et la déhiscence des anthères. Ann. sc. nat. 7. Série, T. I (1885), S. 97 ff.

welche an Querschnitten durch die Antheren ausgeführt wurden, um die Länge des äusseren und inneren Contours im feuchten und ausgetrockneten Zustande zu ermitteln.

1. Mittlerer, krümmungsfähiger Theil der Antherenklappe von *Tulipa Gesneriana.* Contraction der Aussenseite beim Austrocknen = 53 Procent, der Innenseite = 27 Procent.

2. Antherenklappe von *Agrostemma Githago.* Contraction der äusseren Umrisslinie beim Austrockenen = 75 Procent, der inneren = 44 Procent. Beobachtet man die Klappe in der Flächenansicht und setzt dem trockenen Praeparat Wasser zu, so erfolgt dementsprechend eine Verbreiterung auf das Vierfache. Hierzu die Bemerkung, dass die Faserzellen in quer-tangentialer Richtung verlängert sind, während ihre Verdickungsleisten in der Flächenansicht zur Längsaxe der Anthere parallel verlaufen. Die Contraction erreicht nur in der Querrichtung das bezeichnete Maass; die Länge bleibt nahezu unverändert.

3. Antherenklappe von *Iris Pseudacorus.* Contraction der Aussenseite = 66 Procent, der Innenseite etwa 58 Procent. Die Faserzellen bilden hier 4–5 Schichten, sind auf der Innenseite quer-tangential verlängert und mit zahlreichen, parallelen Verdickungsleisten ausgestattet, die in der Flächenansicht longitudinal verlaufen. Die weiter nach aussen liegenden Schichten zeigen grössere Abstände zwischen den Verdickungsleisten und einen meist sehr unregelmässigen Verlauf derselben.

Diese wenigen Zahlen genügen, um zu zeigen, dass die Contraction der Zellhäute in einer zum Faserverlauf rechtwinkligen Richtung eine sehr beträchtliche, z. Th. überraschend grosse ist. Die geringsten Veränderungen erfahren naturgemäss die Innenwände mit typischen Sternfiguren, weil eine Verkürzung der Fasern in der Längsrichtung so gut wie ausgeschlossen ist, so dass eigentlich nur die stärkere Wölbung der Fläche in Folge der tangentialen Membranschrumpfung zwischen den Strahlen als Contractionsursache in Betracht kommt. Erheblich grösser ist die Flächenschrumpfung zwischen parallelen Verdickungsleisten; sie erreicht hier ein Maximum, wenn die Leisten nur schmal und relativ weit von einander entfernt sind, wie z. B. bei *Agrostemma Githago.*

Wo ein Unterschied in der Contractionsgrösse nur im mittleren Theil der Antherenwand zur Geltung kommt, wie bei *Tulipa*, da ist auch das Vorkommen typischer Sternfiguren (Fig. 1) auf die Innenseite dieses Theiles beschränkt. Die gerade bleibenden Wandpartien der Klappe zeigen nur unvollständige oder gar keine Sternfiguren (Fig. 2, *A–D*).

Es kann auch vorkommen, dass die Antheren- oder Sporangienwand sich auf der Aussen- und Innenseite ungefähr gleich stark contrahirt, so dass bloss eine Verbreiterung der Öffnungsspalte, aber keine Auswärtsbewegung der Klappen zu Stande kommt. So z. B. bei *Equisetum limosum*, wo die gleichmässige Contraction etwa 30 Procent beträgt.

Fig. 2.

A. B. C. D.

Dass die isolirten Verdickungsleisten der Faserzellen sich beim Austrocknen weder messbar verkürzen noch irgendwelche Formveränderungen erfahren, davon habe ich mich bei *Tulipa Gesneriana*, wo brauchbare Praeparate durch Zerreiben der Schnitte leicht erhältlich sind, durch wiederholte Beobachtungen überzeugen können. Eine durch ungleichmässige Schrumpfung bedingte Krümmungstendenz dieser Faserleisten ist also nicht vorhanden.

3. Das Contractionsvermögen der Zellmembranen.

Um die aussergewöhnlichen Dimensionsänderungen, welche die Faserzellen beim Austrocknen und Wiederbefeuchten erfahren, in ihrer Bedeutung für den Öffnungsmechanismus der Antheren würdigen zu können, mag es zweckmässig sein, hier noch das Quellungs- und Schrumpfungsvermögen gewöhnlicher Parenchymzellen damit zu vergleichen.

Bringt man rechteckig zugeschnittene Stücke der abgezogenen Epidermis von *Iris Pseudacorus* in absoluten Alkohol und lässt dieselben längere Zeit darin liegen, so ist eine messbare Verkürzung in Folge der Wasserentziehung in der Regel nicht nachzuweisen. Andere Epidermiszellen, wie z. B. von *Sedum spectabile*, ergeben bei gleicher Behandlung eine Verkürzung von 2–3 Procent. Markzellen aus jungen Internodien von *Helianthus annuus* zeigen wiederum keine messbare Verkürzung; ebenso verschiedene Meristemzellen.

Um bei diesen vergleichenden Beobachtungen die etwaige Turgordehnung zu eliminiren, empfiehlt es sich, die Schnitte nach der Behandlung mit Alkohol wieder in Wasser zu legen und nochmals zu messen. Eine Turgordehnung ist alsdann nicht mehr vorhanden.

Es sei ferner daran erinnert, dass selbst die mechanisch-dynamischen Zellen, deren physiologische Bedeutung doch ebenfalls in der Contractionsfähigkeit beim Austrocknen liegt, hierbei höchstens eine Verkürzung von etwa 8 Procent erfahren.

Solche Thatsachen lassen keinen Zweifel darüber aufkommen, dass die Faserschicht der Antherenwand dem Zwecke der Öffnungs- und

Schliessbewegung in hohem Grade angepasst ist, während irgend welche Beziehungen zu besonderen Adhaesionswirkungen des Inhaltes offenbar nicht bestehen.

Selbstverständlich setzt das grosse Contractionsvermögen der Zellhäute eine entsprechende Molecularstructur voraus. Aber trotz der Eigenart dieser Structur sind die optischen Elasticitätsaxen — und folglich auch die Quellungsaxen — in gleicher Weise orientirt, wie bei gewöhnlichen Parenchymzellen, d. h. die grosse Axe der wirksamen Elasticitätsellipse steht auf Durchschnitten durch die Membran longitudinal und auf Flächenansichten parallel zur Richtung der Verdickungsleisten. Die Doppelbrechung ist allerdings häufig zu schwach, um deutliche Farben zu erzeugen, lässt sich aber hie und da doch sicher erkennen.

Ausgegeben am 9. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. V und VI.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1897 . . . . ℳ 24.—

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . ℳ 4.50

» Mathematische Abhandlungen . . . . » 3.50

» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 14.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1896, 1897, 1898.

Weinhold: Zur Geschichte des heidnischen Ritus . . . . ℳ 2.—

Engler: Über die geographische Verbreitung der Rutaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . . . » 3.—

Schmoller: Gedächtnissrede auf Heinrich von Sybel und Heinrich von Treitschke . . . . . » 2.—

Erman: Gespräch eines Lebensmüden mit seiner Seele . . . . » 6.—

Engler: Über die geographische Verbreitung der Zygophyllaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . . . » 2.—

Stumpf: Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik . . . . » 3.50

Weinhold: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . » 2.50

Erman: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50

Köhler: Gedächtnissrede auf Ernst Curtius . . . . » 0.80

Harnack: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. Jablonski an den Präsidenten G. W. Leibniz (1700—1715) . . . . » 6.—

Weinhold: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—

Virchow: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—

Dümmler: Gedächtnissrede auf Wilhelm Wattenbach . . . . » 1.—

Engelmann: Gedächtnissrede auf Emil du Bois-Reymond . . . . » 1.—

Heymons: Grundzüge der Entwickelung und des Körperbaues von Odonaten und Ephemeriden . ℳ 4.—

Kopsch: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . » 1.50

Fränkel: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—

Kayser: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . » 2.50

Brenner: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . » 3.—

Richarz und Krigar-Menzel: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1897 . . . . ℳ 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . ℳ 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.



Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung . . . . ℳ 1.—
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen . . . . " 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung . . . . . " 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen " 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente. " 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen . . . . " 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien . . . . " 1.—
Weber: vedische Beiträge. VII. . . . . " 1.—
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm " 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX. . . . . . " 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter . . . . . " 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei . . . . " 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos . . . . " 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte . . . . . " 1.—
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären . . . . . " 1.—
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken " 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine . . . . " 0.50
Vogel: über das Spectrum von αAquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius . " 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen . . . . " 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums . . . . " 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen . . . . " 1.—
Ziebarth: neue attische Grenzsteine . . . . " 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament . . . . " 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus* . . . . " 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X. . . . . " 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI. . . . . . " 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos . . . . " 1.—
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben . . . . " 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert . . . " 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction . . . . ℳ 0.50
Virchow: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung . . . . " 0.50
Salomon: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard . . . . " 0.50
Leiss: Index- und Strahlenflächen . . . . " 0.50
Schwendener: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria* . . . " 0.50
Schwendener: über den Öffnungsmechanismus der Antheren . . . . " 0.50

SITZUNGSBERICHTE



DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

VII.

9. Februar 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1899.

VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

9. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Munk las: Weiteres über die Ausdehnung der Sinnessphären an der Grosshirnrinde. (Ersch. später.)

Auf Grund der Versuchsergebnisse wird die neuerliche Behauptung Schäfer's, dass die sogenannte psychomotorische Region nicht die Fühlsphäre sei, widerlegt und die anatomische Lehre, dass besondere Associationscentren zwischen den Sinnessphären gelegen seien, zurückgewiesen.

2. Hr. Klein legte eine Mittheilung des correspondirenden Mitglieds Hrn. Rosenbusch vor: Über Euktolith, ein neues Glied der theralitischen Effusivmagmen.

Der Verfasser giebt die Beschreibung des Euktolith, eines bisher unbekannten, wesentlich aus Leucit, Melilith und Olivin nebst Biotit zusammengesetzten Gliedes der theralitischen Effusivmagmen aus der Gegend von San Venanzo in Umbrien.

3. Hr. Möbius überreichte von den 'Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M.' Bd. 2 Heft 3.

4. Hr. Hirschfeld überreichte vom Corpus Inscriptionum Latinarum vol. XIII 1 Inscriptiones Aquitaniae et Lugdunenses. Ed. O. Hirschfeld.

5. Die Akademie hat die HH. Oskar Brefeld, Professor der Botanik an der Akademie zu Münster, demnächst an der Universität Breslau, Ernst Pfitzer, Professor der Botanik an der Universität Heidelberg, und Eugenius Warming, Professor der Botanik an der Universität Kopenhagen, zu correspondirenden Mitgliedern in der physikalisch-mathematischen Classe gewählt.

6. Die philosophisch-historische Classe hat bewilligt: 1200 Mark Hrn. Mommsen zu Vorarbeiten für die Herausgabe des Theodosianus Codex; 1200 Mark Hrn. Dr. Franz Eulenburg in Breslau zu Untersuchungen über die Frequenz der deutschen Universitäten in früherer Zeit; 1500 Mark Hrn. Dr. Ernst Schäfer in Rostock i. M. zu einer Reise nach Spanien zum Zweck von Forschungen auf dem Gebiet der spanischen Reformationsgeschichte im 16. Jahrhundert.

Über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen.

Von H. Rosenbusch.

Im Herbst vorigen Jahres erhielt ich von Hrn. Enr. Clerici in Rom Proben der Lava eines von ihm aufgefundenen erloschenen Vulcans Pian di Celle unfern San Venanzo in Umbrien, etwa halbwegs zwischen Orvieto und Perugia. Das hellaschgraue, von schmalen und angenähert parallelen, offenbar der Fluidalrichtung entsprechenden Klüften durchzogene Gestein lässt in einer sich rauh anfühlenden und sehr kleinkörnigen Grundmasse schon mit blossem Auge nicht eben spärliche kleine Einsprenglinge von farblosem Olivin und recht vereinzelte von hellgelbem Biotit erkennen. Die Grundmasse ist holokrystallin und besteht wesentlich aus einem mikroskopischen Gemenge von Olivin, Melilith, Leucit, Biotit und Magnetit, dessen miarolitische Zellen von einem strahlig-blätterigen Zeolith ausgefüllt sind.

Die Olivin-Einsprenglinge sind durchaus idiomorph, fast ohne Corrosionserscheinungen und ohne jede Spur von Serpentinisirung. Sie beherbergen reichlich die bekannten tiefbraun durchsichtigen Kryställchen von Chromit oder Picotit. Ihre vollkommene Farblosigkeit und verhältnissmässig schwere Angreifbarkeit durch warme Salzsäure deuten auf stark vorherrschenden Mg- und zurücktretenden Fe-Gehalt. Die Olivine der Grundmasse unterscheiden sich von den Einsprenglingen weniger durch die geringeren Dimensionen als durch den mangelnden oder nur unvollkommenen Idiomorphismus.

Die spärlichen Biotit-Einsprenglinge bilden flache, hexagonale Tafeln von höchstens 3^{mm} Durchmesser; ihr Pleochroismus ist gering, mit hellgelb bis farblos für die senkrecht zur Spaltbarkeit, sattstrohgelb für die parallel zur Spaltbarkeit schwingenden Strahlen. Der scheinbare Winkel der optischen Axe ist fast Null. — Der Biotit de Grundmasse hat die gleichen Eigenschaften, ist aber nie idiomorp sondern schmiegt sich in schmalen Hüllen um Olivin und Melilit oder er füllt die Zwischenräume der übrigen Gemengtheile.

Der sehr reichliche und farblose, nur in den unfrischen Lapi des Gesteins gelbliche Melilith hat nicht den Habitus des in den Le

cititen der römischen Campagna bekannten und oft abgebildeten Übergemengtheils, sondern den der Melilithe in den Alnoiten und Melilithbasalten. Er erscheint in dünn tafelförmigen Individuen mit unregelmässiger, randlicher Begrenzung, während die Basis bald ganz ebenflächig, öfter aber durch oberflächlich eingewachsene Leucite uneben ist. Alle grösseren Melilithe bestehen aus drei concentrischen Theilen: einem streng idiomorphen Kern mit optisch positivem Charakter bei äusserst schwacher Doppelbrechung, einer anscheinend isotropen Hülle von ebenfalls idiomorpher Begrenzung und einer äusseren, unregelmässig begrenzten Schale mit optisch negativem Charakter und etwas deutlicherer Doppelbrechung. — Weit spärlicher kommen kleinere Melilithe, wohl einer zweiten Generation, vor, die die Eigenschaften der äussersten Hülle der grösseren haben. Alle Melilithe enthalten dieselben Chromit- bez. Picotiteinschlüsse wie die Olivine und ausserdem grau- bis lederbraundurchsichtige Kryställchen von Perowskit. Die Pflockstructur der Melilithe, wie sie so charakteristisch ist für die deutschen Melilithbasalte, fehlt hier vollständig.

Der Leucit in der gewöhnlichen Krystallform und in rundlichen, zum Theil auch ei- und birnenförmigen Individuen ist theils durchaus isotrop, theils zeigt er die bekannten Phaenomene der Doppelbrechung in wenig auffallender Stärke. Die oft beschriebenen Einschlüsse der Campagna-Leucite wurden nicht beobachtet. Ob der Leucit in einer oder zwei Generationen entstand, lasse ich dahingestellt. Bei der ersten Annahme würde er der intratellurischen Periode angehören, denn er ist in gleicher Weise in den Lapilli wie im Gestein vorhanden.

Magnetit in wohl ausgebildeten Oktaedern ist nicht gerade spärlich. — Sehr auffallend ist das Fehlen des Apatits im Gestein, der nur einmal in einem der Dünnschliffe gesehen wurde.

Sehr spärlich und nicht allgemein verbreitet liess sich Nephelin nachweisen. Ebenso fand sich in sehr geringer Menge und nicht allgemein verbreitet ein farbloses Mineral in mikrolithischen Nädelchen, noch spärlicher ein bläulichgrünes in vereinzelten Blättchen. Das erste könnte Diopsid sein, das zweite ein Amphibol; beide treten stets in inniger Verknüpfung mit dem Biotit der Grundmasse auf.

In den miarolitischen langgestreckten Klüften[1] finden sich auf deren Wänden aufgewachsen zahlreiche gelbliche bis farblose Blättchen

---

[1] Die winzigen Krystallisationen auf den langgestreckten und schmalen miarolitischen Kluftflächen der Ergussgesteine gehören offenbar der pneumatolytischen Periode der Gesteinsbildung an und entsprechen bis zu einem gewissen Grade genau den pegmatitischen Adern der Tiefengesteine. Darin liegt ihre hohe Bedeutung für die Systematik, denn einer jeden Magmengruppe kommen ganz bestimmte Bildungen der pneumatolytischen Periode zu. Als ein interessantes Beispiel citire ich die Mineralbekleidung auf den Klüften der Arso-Lava von Ischia. Sie besteht aus:

desselben Biotits, der zu den eigentlichen und wesentlichen Gesteinsgemengtheilen gehört, winzige Härchen von Apatit, wie sie in den Klüften des Leucitits vom Capo di Bove sich in grosser Menge finden, und Kügelchen eines nicht näher untersuchten divergentstrahligen Kalkzeoliths mit positivem Charakter der Strahlen und einer Doppelbrechung, wie sie etwa dem Epistilbit eignet; daneben spärlich ein farbloses Mineral in Oktaedern, die bei dem Betupfen mit $AgNO_3$ sich rasch bräunen, also wohl dem Sodalith zuzurechnen sind.

Die Structur des Euktolith hat nach dem Gesagten einen wenig ausgesprochen porphyrischen Charakter. Die Reihenfolge der Ausscheidungen geht bei den Bildungen der intratellurischen Periode vom

---

1. Reichlichen sehr dünn tafelförmigen Feldspathkryställchen in einfachen Individuen und Carlsbader-Zwillingen, deren Einzelindividuen sich mit der Fläche M berühren und von l, P, x und y begrenzt werden. Die Auslöschungsschiefe, gegen die Trace von P gemessen, beträgt auf $M + 11°$; senkrecht auf M tritt die positive Bissectrix eines grossen Axenwinkels aus.

2. Isotropen, aber säulenförmigen, schwach lichtbrechenden, farblosen Krystallen mit sechs Flächen in der scheinbaren Prismenzone und anscheinend rhomboedrischer Endigung. Die Winkel des scheinbaren Prismas wurden auf dem Goniometer zu 60° gemessen. In Säuren lösen sich die Krystalle leicht auf, mit $AgNO_3$ betupft werden sie rasch schwarzbraun. Hiernach, wie nach anderen Reactionen, liegt Sodalith mit starker Verzerrung nach einer trigonalen Axe vor.

3. Rosarothen, stark glänzenden, durchaus isometrischen Rhombendodekaedern mit häufiger Abstumpfung der dreikantigen Ecken; ebenfalls Sodalith.

4. Zierlichen Kryställchen von Magnetit in der Combination des Oktaeders mit dem Rhombendodekaeder.

5. Hexagonalen Täfelchen eines hellblonden Biotits. Die Ebene der optischen Axen liegt parallel einer Kante des Hexagons; $2E$ ist nach mikroskopischen Messungen etwa 48°, die Dispersion deutlich $\rho < v$, $\mathfrak{c}$ dunkelblond bis grünlichgelb, $\mathfrak{b}$ dunkelblond bis bräunlichgelb.

6. Grünen Säulchen von Augit in der bekannten Combination der basaltischen Augite mit $\mathfrak{c}:c = 47°$.

7. Braundurchsichtigen, stark glasglänzenden, tafelförmigen Kryställchen von Hypersthen. Die Tafelfläche (100) ist stark vertical gestreift. Zur Bestimmung dienten goniometrische Messungen der verticalen Zone, welche ausser (100) und (110) auch das Brachyprisma (250) $\infty \breve{P} 5/2$ enthielt mit $250:100 = 67°40'$ (aus dem Verhältniss $a:b:c = 0.971:1:0.570$ berechnet zu $67°37'$), und der Zone der makrodiagonalen Axe, in welcher sich ausser $2\bar{P}\bar{\infty}$ (201) auch das meines Wissens bisher nicht beobachtete $\bar{P}\bar{\infty}$ (101) befand nach der Messung $100:101 = 59°45'$ (ber. $59°35'$). Messungen anderer Zonen waren nicht ausführbar. Auf der Tafelfläche (100) lagen die Hauptschwingungsrichtungen parallel und senkrecht zur Streifung: die negative Bissentrix stand senkrecht auf der Tafelfläche, und die Axenebene lag parallel der Streifung. Im Mikroskop wurden unter Anwendung von Monobromnaphthalin mit $n = 1.658$ der scheinbare Axenwinkel um $\mathfrak{a} = a$ zu $2Ha = 78°10'$ gefunden. Diese Zahl deutet ebenso wie d starke Pleochroismus, $\mathfrak{c} = c$ grün, $\mathfrak{b} = b$ rothbraun, auf hohen Eisengehalt des Hypersther

8. Langen haarförmigen Kryställchen von Apatit, bestimmt nach Licht- und Doppe brechung und der Reaction auf Phosphorsäure mit molybdänsaurem Ammoniak.

Diese Association deutet unverkennbar und in Übereinstimmung mit dem chen schen und mineralogischen Charakter des Gesteins auf die Verwandtschaft mit d Monzoniten und Essexiten unter den Tiefengesteinen.

Magnetit, Chromit und Perowskit zum Olivin, Biotit, Melilith und Leucit mit lange gleichzeitiger Entwickelung der beiden letztgenannten, in der Effusionsperiode vom Olivin zum Melilith und Biotit.

Das Gestein lag mir in zwei Varietäten vor, einer helleren und einer etwas dunkleren; diese erwies sich als etwas biotitreicher denn die hellere. Die bis dahin meines Wissens nicht beobachtete mineralische Zusammensetzung forderte zu einer chemischen Untersuchung auf, zu welcher die hellere Varietät verwendet wurde. Das Gesteinspulver gelatinirt bei Behandlung mit erwärmter Salzsäure sofort und äusserst kräftig. Nach zweistündiger Behandlung auf dem Wasserbade blieben 9.02 Procent ungelöstes Gesteinspulver zurück, welches fast ausschliesslich aus Olivin bestand; nach weiteren zwei Stunden war Alles gelöst bis auf 0.12 Procent. Dieser geringe Rest erwies sich als braundurchsichtige Körner, welche die Perlenreaction auf Chrom gaben, also offenbar den Gehalt des Gesteins an Chromit oder Picotit quantitativ repraesentiren. Die Analyse wurde an zwei Portionen ausgeführt; deren eine mit Alkalicarbonat, die andere mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen wurde. Das Gesteinspulver war bei 110° C. getrocknet. Der Wassergehalt des Gesteins gehört zum grössten Theil dem Zeolith, zum Theil auch dem Biotit an. Wiederholte Versuche ergaben eine lebhaft alkalische Reaction des bei hoher Temperatur entweichenden Wassers, welche nach einer blinden Probe nicht etwa aus den schwer schmelzbaren Glasröhren stammen kann, in denen das Gesteinspulver geglüht wurde.

Die Ergebnisse der quantitativen Analyse finden sich ausgedrückt in den Zahlen unter I. Zum Vergleich und zur Beleuchtung der systematischen Stellung des Euktolith mögen die unter II–VII angeführten Analysen dienen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
SiO_2	41.43	48.25	45.93	46.51	42.65	44.35	33.89
TiO_2	0.29			0.83	1.64		0.64
Al_2O_3	9.80	16.63	18.72	11.86	9.14	10.20	9.93
Fe_2O_3	3.28		10.68	7.59	5.13	13.50	15.63
FeO	5.15[1]	6.53		4.39	1.07		
MnO	nicht best.			0.22	0.12		Sp.
MgO	13.40	1.23	5.67	4.73	10.89	12.31	16.14
CaO	16.62	7.82	10.57	7.41	12.36	11.47	15.19
Na_2O	1.64	9.42	1.68	2.39	0.90	3.37	2.86
K_2O	7.40	6.52	6.83	8.71	7.99	4.42	
H_2O	1.11	1.94	0.59[2]	2.45	2.18		2.90
P_2O_5	fehlt			0.80	1.52		1.41
Summe	100.12	101.38	100.67	99.73	100.11	99.62	100.00
spec. Gew.	2.758				2.857		3.04

[1] Die Bestimmung des Eisenoxyduls und des specifischen Gewichts wurde von meinem Assistenten, Herrn KARL REGELMANN, ausgeführt.

[2] Glühverlust.

I. Euktolith. Pian di Celle bei San Venanzo, Umbrien.

II. Leucitophyr. Selberg bei Rieden, Rheinpreussen. (Mit 0.26 Cl, 1.68 SO_3, 1.10 CO_2.) G. vom Rath, Z. D. G. G. 1864, XVI, 97.

III. Leucitit (mit accessorischem Melilith). Bunsen bei J. Roth, Beiträge u. s. w. Berlin 1889. CII, Nr. 31.

IV. Leucitit (melilithfrei). Bearpaw Peak, Montana. (Mit 1.10 hygroskopischem Wasser, 0.04 Cl, 0.04 NiO, 0.50 BaO, 0.16 SrO, Spuren von Fl, SO_3, CuO, CoO; berechnet zu 31.1 Diopsid, 57.1 Leucit, etwas Biotit, Eisenoxyd und Apatit.) N. H. Stokes bei Weed und Pirsson, Amer. Journ. 1892, II, 147.

V. Madupit. Pilot Butte, Wyoming. (Mit 0.58 SO_3, 0.03 Cl, 0.47 Fl, 0.11 Ce_2O_3 + Di_2O_3, 0.07 Cr_2O_3, 0.89 BaO, 0.33 SrO, 2.04 hygroskopisches Wasser. Spur Li_2O). Hillebrand bei Ch. W. Cross, Amer. Journ. 1897, IV, 130.

VI. Leucitbasalt. Bongsberg bei Pelm. Eifel. Leucit, Olivin, Augit, Biotit, Titan- und Magneteisen; ohne Nephelin und ohne Melilith. E. Hussak, Berichte der Wiener Akad. 1878, LXXVII, 20.

VII. Melilithbasalt. Hochbohl bei Owen, Schwäbische Alp. (Mit 1.41 CO_2, Spur S.) J. Meyer bei A. Stelzner, L. J. B. B. 1882, II, 598.

Das dem Euktolith (I) chemisch am nächsten stehende Gestein ist der Madupit (V) von Pilot Butte unfern der Leucite Hills in Wyoming. Die Verwandtschaft ist so gross, dass eine Trennung der beiden Gesteine ungerechtfertigt wäre, wenn nicht die durchgreifende Verschiedenheit im Mineralbestande dazu nöthigte. Der Euktolith ist ein Olivin-Melilith-Leucitgestein mit reichlichem Biotit und frei von Augit, der Madupit ein Biotit-Leucit-Diopsidgestein ohne Olivin und ohne Melilith, dessen Glimmermineral von Cross als Phlogopit bezeichnet wird. Man kann schwerlich ein schöneres Beispiel dafür finden, wie sehr chemisch nächst verwandte Magmen sich mineralogisch-different entwickeln können. Nicht die Höhe einer oder der andern Procentzahl in der Analyse, insbesondere nicht die der so oft allein betonten SiO_2, sondern das Verhältniss aller, wie es in den Kernen zum Ausdruck gelangt, beherrscht in Verbindung mit den physikalischen Verfestigungs- und Krystallisationsbedingungen die mineralische Entwickelung eines Magmas. Eine helle, aber nicht eine günstige Beleuchtung erhält durch diese Analyse, und nicht nur durch diese, die Vorstellung, als wären die von mir aufgestellten Kerne der Eruptivmagmen gewissermassen praedestinirt durch die stöchiometrischen Verhältnisse gewisser Mineralien.

Die Zahlen der Analyse I geben dem Euktolith seine Stellung in der Reihe der theralithischen Effusivmagmen und ordnen ihn ein in die Reihe Leucitophyr (II), Leucitit (III und IV), Leucit (VI) und Me-

lilithbasalt (VII), und hiermit stimmt auch sein geologisches Vorkommen zwischen Trasimener und Bolsener See. So liefert der Euktolith ein weiteres erwünschtes Beispiel (*εὐκτός* erwünscht, *λίθος* Stein) für die Stichhaltigkeit meiner Darstellung des inneren Zusammenhangs in der Welt der Eruptivgesteine. Er ist nichts weniger als ein basaltisches Gestein, trotz seines geringen Gehalts an SiO_2 und seines hohen Gehalts an den Oxyden $\overset{II}{R}O$; das zeigt sein niedriger Gehalt an Eisen und sein hoher Gehalt an K_2O, seine helle Farbe und sein geringes specifisches Gewicht.

Auch nach einer anderen Richtung hin ist das Gestein von Pian di Celle ein Euktolith. Berechnet man die Zusammensetzung desselben nach der von mir angewandten Methode (TSCHERMAK, Min. u. petr. Mitth. 1890, XI, 144 und H. R., Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart 1898. S. 180 ff.), so ergibt sich eine Mischung der Kerne $KAlSi_2$, $NaAlSi$ und $\overset{II}{R}_2Si$ im Verhältniss der Molecularprocente von 34.4 : 8.4 : 57.2 bei einer geringen Vertretung von Al durch Fe, während sowohl der Kern $CaAl_2Si_4$ wie $\overset{II}{R}Si$ vollständig fehlen. Das entspricht überraschend dem unverkennbar lamprophyrischen Zuge im Charakter der theralithischen Magmen. Ich berechne aus den Zahlen der Analyse I

Si	37.7
Al	10.5
Fe	6.2
Mg	18.1
Ca	16.1
Na	2.8
K	8.6
	100.0

Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien.

Von W. Belck und C. F. Lehmann.

(Vorgelegt von Hrn. Diels am 2. Februar [s. oben S. 91].)

Der übernommenen Aufgabe: »in Russisch-, Persisch- und Türkisch-Armenien die bekannten chaldischen (vannischen, urartäischen) Keilinschriften neu zu collationiren und nach weiteren Keilinschriften dieser Gattung zu suchen, sowie gleichzeitig die zu durchreisenden Gebiete nach Möglichkeit und Bedarf geographisch zu erforschen«, sind die Reisenden bisher insoweit gerecht geworden, dass Russisch-Armenien bis auf eine Nachlese, Persisch-Armenien durch Umreitung des Urmia-Sees (Täbriz — Maraġa — Saučbulaq — Ušnuj — Urmia — Salmas [Dilman]) ganz erledigt und in Türkisch-Armenien Van und seine nähere Umgebung, sowie die dem Van-See nördlich, östlich und südöstlich benachbarten Gebiete durchforscht sind.

Dabei sind von den bisher publicirten etwa 80 chaldischen Inschriften etwa 70 collationirt und etwa 60 neue Inschriften aufgefunden, copirt, abgeklatscht und nach Möglichkeit mit ihrer Umgebung photographirt worden.

Die geographischen Ermittelungen haben sich dem hinsichtlich der Ortsbestimmungen ausreichend bekannten russischen Gebiet auf Höhenbestimmungen mittels des Kochbarometers beschränkt. Die durch den Kaukasus führenden Hauptstrassen, jetzt als die grusinische und die ossetinische Heerstrasse bezeichnet, die für die indogermanische Einwanderung in Armenien und weiter überhaupt in Vorderasien mit in Frage kommen, haben die Reisenden aus eigener Anschauung kennen zu lernen gesucht.

In Persien und auf türkischem Gebiet ist — gemäss dem ausdrücklichen Wunsche der Königlichen Akademie der Wissenschaften, mit dem sich die ursprünglichen Absichten der Reisenden begegneten — besonderer Werth auf die geographischen Beobachtungen gelegt worden. Namentlich sind, von Anderem abgesehen, eine bedeutende Anzahl von Breitenbestimmungen und unausgesetzte Visirungen zur Bestimmung der Länge, sowie fortgesetzte hypsometrische Bestimmungen vor-

genommen worden, durch welche besonders die Kunde und Karte der Gegend um den Urmia-See und des Van-Sees und seiner Ufergebiete ergänzt und verbessert werden wird, während das Quellgebiet des östlichen Tigris (Boḫtan-su) in den Bezirken Nordûz, Schatag und Môks wohl von der Expedition zum ersten Mal genauer durchforscht worden ist. Von der hypsometrischen Bestimmung des Sipân Dagh hat wegen des kurdischen Raubanfalles auf Dr. Belck einstweilen Abstand genommen werden müssen.

Die Ausbeute an neuen Inschriften hat sich — wie vorauszusehen, aber mit noch grösserer Ausschliesslichkeit — auf Türkisch-Armenien beschränkt, ist hier aber, namentlich in dem von Schulz und Layard verhältnissmässig so genau durchforschten Van selbst unerwartet reichhaltig gewesen. Der Citadellenberg (Van-kalah), der einst Burg und Schloss der älteren Herrscher von Chaldia bis einschliesslich Sardur, Argistis' I. Sohn, trug und — soweit die in den Felsen gehauenen Säle und Gemächer in Betracht kommen — noch heute trägt, und die Kirchen von Van haben hieran den Hauptantheil. Die in die Mauern der Kirchen eingelassenen oder als Supraporten verwendeten Inschriftsteine tragen zumeist ausser der längst bekannten Inschrift der Vorderseite noch auf der eingemauerten Rück- oder Oberseite Inschriften, die bisher gänzlich unbekannt geblieben waren. Sie zeitweilig freizulegen, gelang erst nach langen Verhandlungen mit dem Kirchenrath, trotzdem der durch die deutsche Botschaft sowohl wie direct angegangene armenische Patriarch in Constantinopel sein Möglichstes zur Förderung der Wünsche der Expedition that.

Unter den Neufunden nimmt in jeder Hinsicht eine Sonderstellung ein die Inschrift Tiglatpileser's I. von Assyrien (um 1020 v. Chr.), gesetzt zur Verewigung seines Sieges über die Fürsten des armenischen Berglandes zu einer Zeit, da das urartäisch-chaldische Reich noch nicht errichtet war. Die Schlacht muss in der Ebene von Melasgert geschlagen worden sein (vergl. W. Belck, ZDMG. LI, S. 560), und etwa 3 Stunden von Melasgert, bei Goḡanlu, ist die Inschrift gefunden worden.

Sie lautet in Transscription:

1. *ᵐGIŠ. KU-ti-TUR. UŠ. E. SAR. RA*
2. *šarru dan-nu šar KIŠ šar (mât) Aš-šur*
3. *šar kib-rat arba'-i*
4. *ka-šid mâtâti (KUR. KUR) Na-i-ri*
5. *iš-tu (mâti) Tu-um-mi*
6. *a-[di] (mâti) Da-i-a-ni ka-šid*
7. ....[1] *A. AB. BA. GAL. LA*

[1] Verstümmelt, aber nicht ohne Aussicht auf Herstellung.

Das ist: [1]*Tukulti-abil-ešarra* [2]*šarru dannu šar kiššati- šar Aššur* [3]*šar kibrat arba'i, kâšid mâtâti Naïri ištu* (*mâti*) *Tummi adi* (*mâti*) *Daiani, kâšid* .... *ti'âmti rabîti.*

Deutsch: Tiglatpileser, der mächtige König, König der Welt, König von Assyrien, König der vier Weltgegenden (Erdviertel), der Eroberer der (oder: hat erobert die) Naïri-Länder von Tummi bis Daiani, der Eroberer [der Gebiete bis zum oder: eines Gebietes am] grossen Meere.

Für Tiglatpileser den Ersten entscheidet, von Anderem abgesehen, sowohl der Schriftcharakter (»neuassyrische« Schrift alterthümlichen Gepräges) wie besonders die Verwandtschaft des neugefundenen Textes mit den betreffenden Abschnitten der Annalen dieses Königs und seiner an der Duellgrotte des Sebeneh-su eingegrabenen Inschrift.

Unter den neugewonnenen chaldischen Inschriften seien als einige der wichtigsten genannt:

1. Die am Van-Felsen nahe dem Täbriz-Kapussi der eigentlichen (Citadellen-)Stadt eingegrabene grosse Inschrift, bisher wegen ihrer starken Verstümmelung nicht gelesen. Sie bietet in dreifacher Wiederholung einen sechzehnzeiligen, folgendermaassen beginnenden Text:

1. (*ILU*) *Ḫal-di-ni-ni uš-ma-a-ši-ni*
2. [m]*Iš-pu-u-i-ni-še a-li-e*

und Ispuinis theilt darin mit (*ali* »er spricht«), dass sein Vater Šardur, sein Sohn (und Mitregent) Menuas und dessen Sohn Inuspuas die Chaldisburg (*ILU Ḫal-di-e-i su-si*) auf dem Van-Felsen erbaut haben.

2. Neben der von Belck 1891 im Pflaster vor der Kurschun-Moschee in Van aufgefundenen Menuas-Inschrift, die als Bestallungsurkunde für dessen Sohn Inuspuas aufzufassen ist (s. Zeitschrift für Assyriologie VII, S. 255 ff.), fand sich an derselben Stelle auf der nach unten gekehrten Seite eines Steines ein Paralleltext, aber nicht dem Chaldis, sondern dem Gotte Ḫuṭuinis, (*ILU*) *Ḫu-ṭu-i-ni-e*, geweiht.

3. Im armenischen Dorfe Charakonis (türkisch Karagündüz) am Erčck-Göll fand sich als Schwellenstein in der Kirche verwendet und fast vollständig in die Erde vergraben eine grosse Stele mit Inschrift von Ispuinis und Menuas. Der untere Theil fehlt. Auf der Vorderseite sind 44, auf der Rückseite 38 Zeilen erhalten. Die Vorderseite trug in zweimaliger Wiederholung denselben dreissigzeiligen Text, der also einmal ganz und einmal zur Hälfte erhalten ist; die 38 Zeilen der Rückseite geben denselben Text theilweise variirt, darauf folgt ein freier Raum, unterhalb dessen sich (wie in der Inschrift derselben beiden Herrscher in der Kirche Surb Pogos zu Van) die Fluchformel befunden haben wird. Die Inschrift handelt namentlich von der Eroberung des

Landes Barsuas mit der (Haupt-)Stadt Mesta (*Me-iš-ta-a-ni*), sowie anderer, gleichfalls zu Assyrien gehöriger Gebiete. Mit (*mât*) *Ni-nu-u*, Vs. Z. 20, ist offenbar Assyrien (Land Nineveh) gemeint.

4. Kriegsbericht des Menuas (Kämpfe mit Assyrien) auf der eingemauerten Oberseite des Steines, der die Menuas-Inschrift SCHULZ XXXIX = SAYCE XXXII trägt.

5. Kriegsbericht von Argistis I., Menuas' Sohn (Eroberung des Assyrien unterworfenen Landes Bustus) auf der eingemauerten Rückseite des Steines, der die von LAYARD zuerst copirte Inschrift SAYCE XLV trägt. Kirche Surb Sahak, Van.

6. In der Kirche Surb Pogos, Van, befinden sich als Supraporten verwendet zwei Hälften einer Stele von Sardur (III.) Argistiḫinis, die auf der Vorder- und der Rückseite, sowie auf den beiden Schmalseiten (= den eingemauerten Oberseiten der Supraporten) beschrieben war. Bisher war nur die eine Hälfte der Vorderseite, also ein Sechstel der gesammten Inschrift bekannt (SCHULZ XXXVIII = SAYCE XLVIII).

Auf der einen Schmalseite findet sich, zum ersten Mal in den chaldischen Keilinschriften, die namentliche Erwähnung eines Assyrerkönigs: *ᵐAšur-ni-ra-ri-ni ᵐA-da-di-ni-ra-ri-e-hi ŠAR (MÂT) Ašur-ni-i*: »Ašur-nirari (Vorgänger Tiglatpileser's III.), Sohn Adad-nirari's, Königs von Assyrien«. Die phonetische Schreibung Adadinirari (nicht Rammân-nirari) dürfte für die langumstrittene Frage, ob der assyrische Name des Wettergottes Adad oder Rammân ist, von entscheidender Bedeutung sein.

7 und 8. Von Argistis II. Rusaḫinis, Sardur's III. Enkel, Sanherib's Zeitgenossen, lagen bisher keine eigenen Inschriften vor. Jetzt sind im Gebiete von Ardesch gefunden worden: ein Schriftstein bei Haği, Vorderseite 46, Rückseite 38 Zeilen, unterer Theil fehlt, und ferner bei Delaby Bağy eine Inschrift, von der 43 Zeilen erhalten sind. Beide nennen *ᵐAr-giš-ti-še ᵐRu-sa-ḫi-ni-še* als ihren Urheber, beide berichten namentlich über die Anlage eines Stausees (*ṣu-e*) und bieten so eine für das beiderseitige Verständniss förderliche Parallele zur Inschrift der Rusas-Stele am Keschisch-Göll, die von BELCK 1891 aufgefunden wurde (s. W. BELCK und C. F. LEHMANN, Zeitschrift für Ethnologie, 1892, S. 151 f., S. 141 ff. u. s. w.).

9. Von Rusas II., Argistis' II. Sohn, einem Herrscher, dessen Existenz bis vor Kurzem unbekannt war (s. W. BELCK und C. F. LEHMANN: »Ein neuer Herrscher von Chaldia«, Zeitschrift für Assyriologie, IX, S. 82 ff., 339 ff.), hat sich in Adeljeves eine Inschrift gefunden, die u. A. als von diesem Könige bekämpft die Hetiter und Moscher, (*MÂT*) *Mu-uš-ki-ni*, nennt, letztere hier in den chaldischen Inschriften zum ersten Mal genannt.

sich unsere herzlichen Wünsche für Ihr ferneres Leben gründen. Wir haben das Vertrauen, dass Sie noch lange wie bisher in allseitiger Geistesstärke, mit jugendlicher Frische und Lebendigkeit weiterwirken werden. Wir wünschen, dass die Jahre, wie sie an dem Vater einst wenn nicht spurlos so doch schonend vorübergiengen, so auch dem echten und würdigen Sohne eines solchen Vaters Arbeitskraft, Gedankenreichthum und Schaffensfreudigkeit voll bewahren mögen.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 2. März.

Berlin, gedruckt



VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. X.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

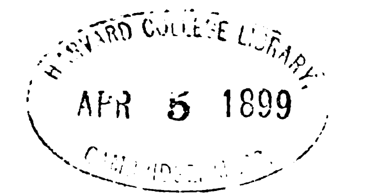
Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung	ℳ 1.—
FUCHS: zur Theorie der ABEL'schen Functionen	- 0.50
KOENIGSBERGER: über LAGRANGE'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung	- 0.50
FROBENIUS: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen	- 0.50
HARNACK: über zwei von GRENFELL und HUNT entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente	- 0.50
LÜDELING: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen	- 0.50
JUDEICH: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien	- 1.—
WEBER: vedische Beiträge. VII.	- 1.—
HILLER VON GAERTRINGEN: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm	- 0.50
VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX.	- 0.50
WILL: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter	- 0.50
LÜHE: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei	- 0.50
FRÄNKEL: eine Inschrift aus Argos	- 0.50
BEKKER: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte	- 1.—
KLEIN: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären	- 1.—
SCHELLWIEN: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken	- 0.50
ROSENBUSCH: zur Deutung der Glaukophangesteine	- 0.50
VOGEL: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius	- 0.50
KOENIGSBERGER: Entwickelungsform algebraischer Functionen	- 0.50
HARTMANN: über die Scale des KIRCHHOFF'schen Sonnenspectrums	- 0.50
DÜMMLER: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen	- 1.—
ZIEBARTH: neue attische Grenzsteine	- 0.50
WENDLAND: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament	- 0.50
KLAATSCH: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus*	- 0.50
VAN'T HOFF und WILLIAMS: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X.	- 0.50
VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI.	- 0.50
KÖHLER: das asiatische Reich des Antigonos	- 1.—
DIELS: die Elegie des Poseidippos aus Theben	- 0.50
LOHMANN: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert	- 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction	ℳ 0.50
VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung	- 0.50
SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard	- 0.50
LEISS: Index- und Strahlenflächen	- 0.50
SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria*	- 0.50
SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren	- 0.50
ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen	- 0.50
BELCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien	- 0.50
LIPSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken	- 0.50
HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung	- 0.50
HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die BLASS'sche Hypothese	- 1.—

SITZUNGSBERICHTE



DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XIII.

9. März 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalender-jahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1899.

XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

9. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. Fuchs legte »Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen« vor.

Es werden die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Reductibilität der associirten Differentialgleichungen entwickelt und durch einen besonderen Fall erläutert. Ausserdem wird eine in einer früheren Mittheilung bewiesene Eigenschaft der associirten Differentialgleichungen durch eine neue Methode begründet.

Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen.

Von L. Fuchs.

Das Folgende enthält einen Auszug aus weiteren Untersuchungen über die mit einer linearen, homogenen Differentialgleichung $2n^{ter}$ Ordnung (A) verbundenen Associirten n^{ter} Ordnung (H), deren Theorie ich in den Sitzungsberichten 1888, S. 1115ff. eingeleitet und in späteren Mittheilungen daselbst fortgesetzt habe. Es wird die Frage, wann die associirte Differentialgleichung reductibel sei, welche wir bereits für den Fall erledigt hatten, wo es sich um die Differentialgleichungen der Periodicitätsmoduln der Abel'schen Integrale handelt[1], für den allgemeinen Fall wieder aufgenommen, indem wir die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Reductibilität zur Darstellung bringen. Das hier eingeschlagene Verfahren giebt zugleich über die Art, wie die Reductibilität sich bewerkstelligt, Aufschluss. Hieran schliesst sich der Nachweis, dass die Bedingungen der Reductibilität für den Fall erfüllt sind, dass die Adjungirte der Differentialgleichung $2n^{ter}$ Ordnung mit dieser zu ein und derselben Classe gehört.

Endlich wird der Satz, welchen ich an der bereits erwähnten Stelle[2] aufgestellt und mit Hülfe einer gewissen quadratischen Form Z bewiesen hatte, dass die Lösungen der Associirten (H), durch die Quadratwurzel der Hauptdeterminante der Differentialgleichung (A) dividirt, einer Differentialgleichung (H′) genügen, die mit ihrer Adjungirten zu derselben Classe gehört, durch ein neues Verfahren begründet, welches den Vorzug hat, in die Natur der Coefficienten des Differentialausdruckes, durch welchen die Lösungen von (H′) mit denen ihrer Adjungirten zusammenhängen, einen tieferen Einblick zu gewähren. Wir haben zwar im Folgenden in den Entwickelungen uns auf die Betrachtung des Falles, wo $n = 2$ ist, beschränkt. Es ist jedoch sichtbar, dass der allgemeine Fall keine Modification der Methode erfordert.

---

[1] Vergl. Sitzungsberichte 1889, S. 713ff., und 1898, S. 477ff.
[2] Sitzungsberichte 1888, S. 1115ff.

1.

Sei

$$y^{(4)} + p_1 y^{(3)} + p_2 y^{(2)} + p_3 y' + p_4 y = 0 \tag{A}$$

eine Differentialgleichung mit rationalen Coefficienten der unabhängigen Variablen x, deren Lösungen sich überall bestimmt verhalten.

Sei y_1, y_2, y_3, y_4 ein Fundamentalsystem von Lösungen der Gleichung (A), und werde gesetzt

$$\left\{\begin{array}{ll} y_1 y_2' - y_2 y_1' = u_1, & y_2 y_3' - y_3 y_2' = u_4, \\ y_1 y_3' - y_3 y_1' = u_2, & y_2 y_4' - y_4 y_2' = u_5, \\ y_1 y_4' - y_4 y_1' = u_3, & y_3 y_4' - y_4 y_3' = u_6, \end{array}\right. \tag{1}$$

so genügen diese sechs Functionen einer linearen, homogenen Differentialgleichung sechster Ordnung[1]:

$$u^{(6)} + P_1 u^{(5)} + P_2 u^{(4)} + P_3 u^{(3)} + P_4 u^{(2)} + P_5 u' + P_6 u = 0. \tag{B}$$

Die Lösungen derselben verzweigen sich in denselben singulären Punkten wie die Lösungen von (A) und verhalten sich ebenfalls überall bestimmt.

Es soll festgestellt werden, unter welchen Umständen die Differentialgleichung (B) reductibel wird.

Hierzu mache ich von einem Satze Gebrauch, welchen ich in den Sitzungsberichten[2] gegeben habe, dass eine Classe von linearen, homogenen Differentialgleichungen im Allgemeinen m^{ter} Ordnung, in welcher sich eine reductible befindet, auch solche vorhanden sind, deren Ordnung kleiner ist als m.

Soll also die Gleichung (B) reductibel sein, so giebt es rationale Functionen $B_0, B_1, \ldots B_5$ von der Art, dass die Functionen

$$U_k = B_0 u_k + B_1 u_k' + B_2 u_k^{(2)} + B_3 u_k^{(3)} + B_4 u_k^{(4)} + B_5 u_k^{(5)} \tag{2}$$
$$[k = 1, 2 \ldots 6],$$

einer linearen, homogenen Gleichung genügen:

$$K_1 U_1 + K_2 U_2 + \ldots + K_6 U_6 = 0, \tag{C}$$

wo $K_1, K_2 \ldots K_6$ constante Grössen bedeuten.

Sei a ein bestimmter der singulären Punkte, in welchem sich die Lösungen von (A) und (B) verzweigen, r_1, r_2, r_3, r_4 die Wurzeln der zu a gehörenden determinirenden Fundamentalgleichung von (A).

Wir wollen der Einfachheit der Darstellung wegen voraussetzen (die Resultate werden von dieser Voraussetzung nicht berührt), dass

[1] Vergl. Sitzungsberichte 1888, S. 1118.
[2] Vergl. Sitzungsberichte 1888, S. 1276.

nicht das Doppelte der Differenz zweier der Grössen r_k eine ganze Zahl wird. Bedeuten alsdann y_1, y_2, y_3, y_4 die bezüglich zu $r_1 . r_2, r_3 . r_4$ als Exponenten gehörigen Lösungen von (A), und setzen wir:

$$(3) \quad \begin{aligned} \rho_1 &= r_1 + r_2 - 1, & \rho_2 &= r_1 + r_3 - 1, & \rho_3 &= r_1 + r_4 - 1 \\ \rho_4 &= r_2 + r_3 - 1, & \rho_5 &= r_2 + r_4 - 1, & \rho_6 &= r_3 + r_4 - 1, \end{aligned}$$

so gehören die Functionen u_k bezüglich zu den Exponenten ρ_k und die Functionen U_k bezüglich zu den Exponenten $\sigma_k = \rho_k + g_k$, wo g_k eine ganze Zahl bedeutet.

Das Bestehen der Gleichung (C) erfordert, dass wenigstens zwei der Grössen ρ_k sich nur um eine ganze Zahl unterscheiden. Der über die Grössen r_k gemachten Voraussetzung zufolge kann es aber unter den Grössen ρ_k nicht mehr als zwei geben, die sich um eine ganze Zahl unterscheiden. Wir können die Bezeichnungsweise der Grössen r_1, r_2, r_3, r_4 so wählen, dass ρ_1 und ρ_6 diejenigen beiden der Grössen ρ_k bedeuten, deren Differenz eine ganze Zahl ist; alsdann muss die Gleichung (C) die Gestalt annehmen:

$$(\text{C}') \qquad K_1 U_1 + K_6 U_6 = 0.$$

2.

Mögen die Lösungen y_k nach irgend einem Umlaufe W übergehen in:

$$(\text{D}) \qquad (y_k) = \alpha_{k,1} y_1 + \alpha_{k,2} y_2 + \alpha_{k,3} y_3 + \alpha_{k,4} y_4, \qquad (k = 1, 2, 3, 4)$$

alsdann erleiden die Functionen u_k durch denselben Umlauf die Substitution:

$$(\text{D}') \quad \begin{cases} (u_1) = \sum_k (12)_k u_k, & (u_2) = \sum_k (13)_k u_k, \\ (u_3) = \sum_k (14)_k u_k, & (u_4) = \sum_k (23)_k u_k, \\ (u_5) = \sum_k (24)_k u_k, & (u_6) = \sum_k (34)_k u_k, \end{cases}$$

wo die Summation in Bezug auf k von 1 bis 6 zu nehmen ist, und wo

$$(\text{E}) \quad \begin{cases} (k, l)_1 = \alpha_{k1}\alpha_{l2} - \alpha_{k2}\alpha_{l1} \\ (k, l)_2 = \alpha_{k1}\alpha_{l3} - \alpha_{k3}\alpha_{l1} \\ (k, l)_3 = \alpha_{k1}\alpha_{l4} - \alpha_{k4}\alpha_{l1} \\ (k, l)_4 = \alpha_{k2}\alpha_{l3} - \alpha_{k3}\alpha_{l2} \\ (k, l)_5 = \alpha_{k2}\alpha_{l4} - \alpha_{k4}\alpha_{l2} \\ (k, l)_6 = \alpha_{k3}\alpha_{l4} - \alpha_{k4}\alpha_{l3} \end{cases}$$

gesetzt worden ist.

Aus den Gleichungen (2) voriger Nummer und aus (D′) ergiebt sich, dass durch den Umlauf W die Functionen U_k die Substitution

$$(D^{(2)})\quad \begin{cases} (U_1) = \sum_k (12)_k U_k, & (U_2) = \sum_k (13)_k U_k \\ (U_3) = \sum_k (14)_k U_k, & (U_4) = \sum_k (23)_k U_k \\ (U_5) = \sum_k (24)_k U_k, & (U_6) = \sum_k (34)_k U_k \end{cases}$$

erfahren.

Soll aber die Gleichung (B) reductibel werden, so muss nach voriger Nummer [(C′)] und den über die Grössen r_k gemachten Voraussetzungen zufolge:

$$(F)\qquad K_1(U_1) + K_6(U_6) = \lambda[K_1 U_1 + K_6 U_6]$$

sein, wo λ eine Constante bedeutet; d. h.

$$(F')\quad \begin{cases} K_1(12)_2 + K_6(34)_2 = 0, & K_1(12)_4 + K_6(34)_4 = 0 \\ K_1(12)_3 + K_6(34)_3 = 0, & K_1(12)_5 + K_6(34)_5 = 0 \\ K_1(12)_1 + K_6(34)_1 = \lambda K_1, & K_1(12)_6 + K_6(34)_6 = \lambda K_6. \end{cases}$$

Die beiden letzten Gleichungen liefern zusammen die Bedingungsgleichung:

$$(\alpha)\qquad K_1 K_6[(12)_1 - (34)_6] + K_6^2(34)_1 - K_1^2(12)_6 = 0.$$

Sind umgekehrt die Bedingungsgleichungen (F′) erfüllt, so folgt, dass die Function:

$$(G)\qquad \phi = K_1 u_1 + K_6 u_6$$

nach dem Umlauf W übergeht in

$$(G')\qquad (\phi) = \lambda' \cdot \phi,$$

wo λ' ebenfalls einen constanten Factor bedeutet.

Sind die Bedingungsgleichungen (F) oder (F′) für alle Umläufe W der unabhängigen Variablen erfüllt, so wird demnach die logarithmische Ableitung der Function ϕ eine rationale Function sein. Damit die Gleichung (F) für alle Umläufe erfüllt werde, ist aber nothwendig und hinreichend, dass dieses für die um die einzelnen singulären Punkte der Gleichung (A) vollzogenen Umläufe (die Fundamentalumläufe) geschieht.

Wir erhalten also die folgenden Sätze:

I. Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass die Gleichung (B) reductibel werde, ist die, dass die Beziehungen (F) oder (F′) für alle Fundamentalumläufe der unabhängigen Variablen besteht.

II. Im Allgemeinen wird die Gleichung (B) in dem Sinne reductibel, dass sie mit einer linearen, homogenen Differentialgleichung erster Ordnung mit rationalen Coefficienten ein Integral gemeinsam hat.



Der zweite Satz bestätigt sich in der That an den Differentialgleichungen, welchen die Periodicitätsmoduln der Abel'schen Integrale Genüge leisten.[1]

Hieran möge noch eine Bemerkung angeschlossen werden.

Die Anzahl der in einer beliebigen Differentialgleichung vierter Ordnung, deren Lösungen überall bestimmt sind, ausser den singulären Punkten auftretenden Parameter ist grösser, als die Anzahl der durch die Gleichungen (F') für die einzelnen Fundamentalumläufe denselben aufzuerlegenden Bedingungen. Hieraus kann a priori geschlossen werden, dass, wenn die singulären Punkte von vorn herein festgelegt werden, man diese Parameter stets so bestimmen kann, dass die zweite Associirte der Differentialgleichung vierter Ordnung reductibel wird.

3.

Wir wollen nunmehr eine specielle Art von Differentialgleichungen vierter Ordnung behandeln, für welche die Bedingungen für die Reductibilität der zweiten Associirten, welche wir in den vorhergehenden Nummern gegeben haben, erfüllt sind.

Es werde vorausgesetzt, dass die Adjungirte der Differentialgleichung (A):

$$(A') \qquad z^{(4)} + q_1 z^{(3)} + q_2 z^{(2)} + q_3 z' + q_4 z = 0$$

mit (A) zu derselben Classe gehört.

Seien wieder r_1, r_2, r_3, r_4 die Wurzeln der zu einem singulären Punkte a gehörenden determinirenden Fundamentalgleichung und

$$y_1, y_2, y_3, y_4$$

Lösungen von (A), welche bezüglich zu den Exponenten r_1, r_2, r_3, r_4 gehören. Bedeuten z_1, z_2, z_3, z_4 die bezüglich zu y_1, y_2, y_3, y_4 adjungirten Lösungen von (A'), so gehören dieselben bekanntlich bezüglich zu den Exponenten: $-r_1 + 3$, $-r_2 + 3$, $-r_3 + 3$, $-r_4 + 3$.

Unserer Voraussetzung gemäss giebt es rationale Functionen

$$A_0, A_1, A_2, A_3$$

von der Beschaffenheit, dass:

$$(1) \qquad A(y) = A_0 y + A_1 y' + A_2 y^{(2)} + A_3 y^{(3)}$$

für jede Lösung y der Gleichung (A) der Gleichung (A') Genüge leis . Da die Exponenten, zu welchen die Function $A(y_k)$ gehört, sich · züglich von r_k um ganze Zahlen unterscheiden, so müssen, von ad ·

[1] Vergl. Sitzungsberichte 1889, S. 57, 1898, S. 481.

tiven ganzen Zahlen abgesehen, $-r_1+3 \dots -r_4+3$ bis auf die Reihenfolge mit $r_1 \dots r_4$ übereinstimmen.

Wir machen der Einfachheit wegen die Voraussetzung, dass für keinen der singulären Punkte zwei der Grössen r_k um ganze Zahlen von einander verschieden sind oder $2r_k$ eine ganze Zahl wird. Dann zerfallen die Wurzeln in zwei Gruppen zu je zweien, und in jeder dieser Gruppen ist die Summe der Elemente eine ganze Zahl, und diese Gruppirung ist nur auf eine Weise möglich. Wir wählen die Bezeichnung so, dass r_1+r_2, r_3+r_4 ganze Zahlen sind. Alsdann ergiebt sich:

I. Die Determinante Δ der Substitution (D) ist der positiven Einheit gleich.

Ist nämlich

$$p_1 = \frac{\alpha}{x-a} + \mathfrak{P}(x-a), \tag{2}$$

so ist:

$$r_1+r_2+r_3+r_4 = 6-\alpha. \tag{3}$$

Es ist also α eine ganze Zahl. Und daher die Hauptdeterminante des Fundamentalsystems $y_1, \dots y_4$ eine rationale Function, woraus sich unmittelbar ergiebt $\Delta = 1$.

Wir haben nunmehr

$$z_1 = \mu_1 A(y_2); \; z_2 = \mu_2 A(y_1); \; z_3 = \mu_3 A(y_4); \; z_4 = \mu_4 A(y_3), \tag{4}$$

wo $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ constante Factoren bedeuten. Wenn dem Umlaufe W die Substitution (D) der y_k entspricht, so ist die Substitution, welche z_1, z_2, z_3, z_4 durch denselben Umlauf erfahren, nach Gleichung (1):

$$\sigma = \begin{pmatrix} \alpha_{22}, & \alpha_{21}\frac{\mu_1}{\mu_2}, & \alpha_{24}\frac{\mu_1}{\mu_3}, & \alpha_{23}\frac{\mu_1}{\mu_4} \\ \alpha_{12}\frac{\mu_2}{\mu_1}, & \alpha_{11}, & \alpha_{14}\frac{\mu_2}{\mu_3}, & \alpha_{13}\frac{\mu_2}{\mu_4} \\ \alpha_{42}\frac{\mu_3}{\mu_1}, & \alpha_{41}\frac{\mu_3}{\mu_2}, & \alpha_{44}, & \alpha_{43}\frac{\mu_3}{\mu_4} \\ \alpha_{32}\frac{\mu_4}{\mu_1}, & \alpha_{31}\frac{\mu_4}{\mu_2}, & \alpha_{34}\frac{\mu_4}{\mu_3}, & \alpha_{33} \end{pmatrix} \tag{5}$$

Bekanntlich erfahren die Elemente $z_1 \dots z_4$ durch den Umlauf W eine zur Substitution (D) reciproke Substitution.

Bezeichnen wir daher die zum Elemente α_{kl} adjungirte Unterdeterminante mit A_{kl}, so erfährt nach dem Umlaufe W das System $z_1 \dots z_4$ die Substitution

$$\tau = (A_{kl}). \tag{6}$$

Durch Vergleichung mit (5) folgt demnach:



$$(7)\quad\begin{cases} A_{11}=\alpha_{22}; & A_{12}=\alpha_{21}\dfrac{\mu_1}{\mu_2}; & A_{13}=\alpha_{24}\dfrac{\mu_1}{\mu_3}; & A_{14}=\alpha_{23}\dfrac{\mu_1}{\mu_4};\\ A_{21}=\alpha_{12}\dfrac{\mu_2}{\mu_1}; & A_{22}=\alpha_{11}; & A_{23}=\alpha_{14}\dfrac{\mu_2}{\mu_3}; & A_{24}=\alpha_{13}\dfrac{\mu_2}{\mu_4};\\ A_{31}=\alpha_{42}\dfrac{\mu_3}{\mu_1}; & A_{32}=\alpha_{41}\dfrac{\mu_3}{\mu_2}; & A_{33}=\alpha_{44}; & A_{34}=\alpha_{43}\dfrac{\mu_3}{\mu_4};\\ A_{41}=\alpha_{32}\dfrac{\mu_4}{\mu_1}; & A_{42}=\alpha_{31}\dfrac{\mu_4}{\mu_2}; & A_{43}=\alpha_{34}\dfrac{\mu_4}{\mu_3}; & A_{44}=\alpha_{33}. \end{cases}$$

Setzen wir:

$$(8)\quad\begin{cases} A_{k1}A_{l2}-A_{k2}A_{l1}=\gamma_{kl}^{(1)}; & A_{k1}A_{l3}-A_{k3}A_{l1}=\gamma_{kl}^{(2)};\\ A_{k1}A_{l4}-A_{k4}A_{l1}=\gamma_{kl}^{(3)}; & A_{k2}A_{l3}-A_{k3}A_{l2}=\gamma_{kl}^{(4)};\\ A_{k2}A_{l4}-A_{k4}A_{l2}=\gamma_{kl}^{(5)}; & A_{k3}A_{l4}-A_{k4}A_{l3}=\gamma_{kl}^{(6)} \end{cases}$$

so ist nach bekannten Determinantensätzen:

$$(9)\quad\begin{cases} \gamma_{13}^{(3)}=-(24)_4, & \gamma_{13}^{(4)}=-(24)_3, & \gamma_{13}^{(5)}=(24)_2,\\ \gamma_{14}^{(2)}=-(23)_5, & \gamma_{14}^{(4)}=(23)_3, & \gamma_{14}^{(5)}=-(23)_2,\\ \gamma_{24}^{(2)}=(13)_5, & \gamma_{24}^{(3)}=-(13)_4, & \gamma_{24}^{(4)}=-(13)_3,\\ \gamma_{23}^{(2)}=-(14)_5, & \gamma_{23}^{(3)}=(14)_4, & \gamma_{23}^{(5)}=-(14)_2. \end{cases}$$

Andererseits folgt vermittelst der Gleichung (7):

$$(10)\quad\begin{cases} \gamma_{13}^{(3)}=\dfrac{\mu_3}{\mu_4}(24)_4, & \gamma_{13}^{(4)}=\dfrac{\mu_1}{\mu_2}(24)_3, & \gamma_{13}^{(5)}=\dfrac{\mu_1}{\mu_2}\dfrac{\mu_3}{\mu_4}(24)_2,\\ \gamma_{14}^{(2)}=\dfrac{\mu_4}{\mu_3}(23)_5, & \gamma_{14}^{(4)}=\dfrac{\mu_1}{\mu_2}\dfrac{\mu_4}{\mu_3}(23)_3, & \gamma_{14}^{(5)}=\dfrac{\mu_1}{\mu_2}(23)_2,\\ \gamma_{24}^{(2)}=\dfrac{\mu_2}{\mu_1}\dfrac{\mu_4}{\mu_3}(13)_5, & \gamma_{24}^{(3)}=\dfrac{\mu_2}{\mu_1}(13)_4, & \gamma_{24}^{(4)}=\dfrac{\mu_4}{\mu_3}(13)_3,\\ \gamma_{23}^{(2)}=\dfrac{\mu_2}{\mu_1}(14)_5, & \gamma_{23}^{(3)}=\dfrac{\mu_2}{\mu_1}\dfrac{\mu_3}{\mu_4}(14)_4, & \gamma_{23}^{(5)}=\dfrac{\mu_3}{\mu_4}(14)_2. \end{cases}$$

Aus (9) und (10) ergiebt sich:

$$(11)\quad\begin{cases} \left(\dfrac{\mu_3}{\mu_4}+1\right)(24)_4=0, & \left(\dfrac{\mu_1}{\mu_2}+1\right)(24)_3=0,\\ \left(\dfrac{\mu_1}{\mu_2}\dfrac{\mu_3}{\mu_4}-1\right)(24)_2=0, & \left(\dfrac{\mu_4}{\mu_3}+1\right)(23)_5=0,\\ \left(\dfrac{\mu_1}{\mu_2}+1\right)(23)_2=0, & \left(\dfrac{\mu_1}{\mu_2}\dfrac{\mu_4}{\mu_3}-1\right)(23)_3=0,\\ \left(\dfrac{\mu_3}{\mu_4}+1\right)(14)_2=0, & \left(\dfrac{\mu_2}{\mu_1}+1\right)(14)_5=0,\\ \left(\dfrac{\mu_2}{\mu_1}\dfrac{\mu_3}{\mu_4}-1\right)(14)_4=0, & \left(\dfrac{\mu_4}{\mu_3}+1\right)(13)_3=0,\\ \left(\dfrac{\mu_2}{\mu_1}+1\right)(13)_4=0, & \left(\dfrac{\mu_2}{\mu_1}\dfrac{\mu_4}{\mu_3}-1\right)(13)_5=0. \end{cases}$$

Aus diesen Gleichungen folgt, dass im Allgemeinen:

$$(12)\qquad \begin{cases} \mu_4 = -\mu_3 \\ \mu_2 = -\mu_1 \end{cases}$$

sein muss. Analog, wie die Gleichungen (9) und (10), ergeben sich die folgenden Gleichungen:

$$(13)\qquad \begin{cases} \gamma_{12}^{(1)} = (34)_6 = (12)_1, & \gamma_{12}^{(2)} = -(34)_5 = -\frac{\mu_2}{\mu_3}(12)_5, \\ \gamma_{12}^{(3)} = (34)_4 = -\frac{\mu_2}{\mu_4}(12)_4, & \gamma_{12}^{(4)} = (34)_3 = -\frac{\mu_1}{\mu_3}(12)_3, \\ \gamma_{12}^{(5)} = -(34)_2 = -\frac{\mu_1}{\mu_4}(12)_2, & \gamma_{12}^{(6)} = (34)_1 = \frac{\mu_1}{\mu_3}\frac{\mu_2}{\mu_4}(12)_6. \end{cases}$$

$$(14)\qquad \begin{cases} \gamma_{34}^{(5)} = -(12)_2 = -\frac{\mu_3}{\mu_2}(34)_2, & \gamma_{34}^{(4)} = (12)_3 = -\frac{\mu_4}{\mu_2}(34)_3, \\ \gamma_{34}^{(3)} = (12)_4 = -\frac{\mu_3}{\mu_1}(34)_4, & \gamma_{34}^{(2)} = -(12)_5 = -\frac{\mu_4}{\mu_1}(34)_5, \\ \gamma_{34}^{(1)} = (12)_6 = \frac{\mu_3}{\mu_1}\frac{\mu_4}{\mu_2}(34)_1, & \gamma_{34}^{(6)} = (12)_1 = (34)_6. \end{cases}$$

Die Form

$$(15)\qquad \phi = K_1 u_1 + K_6 u_6$$

verwandelt sich durch den Umlauf W in

$$(16)\qquad \begin{cases} (\phi) = [K_1(12)_1 + K_6(34)_1]\, u_1 + \\ \quad + [K_1(12)_6 + K_6(34)_6]\, u_6, \end{cases}$$

wenn das Verhältniss von $\frac{K_1}{K_6}$ den Gleichungen:

$$(17)\qquad \begin{cases} K_1(12)_2 + K_6(34)_2 = 0, \\ K_1(12)_5 + K_6(34)_5 = 0, \end{cases}$$

$$(17^a)\qquad \begin{cases} K_1(12)_3 + K_6(34)_3 = 0, \\ K_1(12)_4 + K_6(34)_4 = 0, \end{cases}$$

genügt. Aus den Gleichungen (17) und (17^a) folgt vermittelst der Gleichungen (13), (14) der gemeinsame Werth:

$$(18)\qquad K_6 = -K_1 \frac{\mu_3}{\mu_1}.$$

Nach den Gleichungen (13), (14) ist ferner

$$(19)\qquad \begin{cases} K_1(12)_1 + K_6(34)_1 = K_1\left\{(12)_1 + \frac{\mu_1}{\mu_3}(12)_6\right\} \\ K_1(12)_6 + K_6(34)_6 = K_1\frac{\mu_3}{\mu_1}\left\{(12)_1 + \frac{\mu_1}{\mu_3}(12)_6\right\}. \end{cases}$$

Es hat demnach die Form

$$(15^a) \qquad \phi = u_1 + \frac{\mu_3}{\mu_1} u_6$$

die Eigenschaft, nach dem Umlaufe W in

$$(20) \qquad (\phi) = \phi\left[(12)_6 \frac{\mu_1}{\mu_3} + (12)_1\right]$$

überzugehen.

Aus diesen Gleichungen ergiebt sich:

II. Die Differentialgleichung der zweiten Associirten einer mit ihrer Adjungirten zu derselben Classe gehörigen Gleichung vierter Ordnung ist reductibel.[1]

In Übereinstimmung mit II voriger Nummer folgt aber ferner aus Gleichung (20) die Art, wie die Reductibilität sich herstellt, nämlich:

III. Die zweite Associirte wird durch eine Function befriedigt, deren logarithmische Ableitung rational ist.

4.

Ich habe früher[2] für die n^{te} Associirte einer Differentialgleichung $2n^{ter}$ Ordnung

$$(1) \qquad y^{(2n)} + p_1 y^{(2n-1)} + \dots p_{2n} y = 0,$$

nämlich

$$(2) \qquad u^{(\nu)} + P_1 u^{(\nu-1)} + \dots + P_\nu u = 0 \text{ [3]}$$

nachgewiesen, dass dieselbe zu ihrer Adjungirten:

$$(3) \qquad v^{(\nu)} + Q_1 v^{(\nu-1)} + \dots + Q_\nu v = 0$$

in der Beziehung steht, dass

$$(4) \qquad u = H[A_0 v + A_1 v' + \dots + A_{(\nu-1)} v^{(\nu-1)}]$$

ist, wo H die Hauptdeterminante von (1) und $A_0, A_1, \dots A_{(\nu-1)}$ rationale Functionen von x bedeuten, oder, was dasselbe besagt, dass die Differentialgleichung für $\frac{u}{\sqrt{H}}$ mit ihrer Adjungirten zu derselben Classe gehört. Ich habe daselbst[4] diesen Satz mit Hülfe einer aus der Function u und ihren Ableitungen gebildeten quadratischen Form bewiesen. Ich

[1] Diesen Satz hat mein Sohn Richard in einer demnächst zu veröffentlichenden Arbeit auf einem anderen Wege bewiesen.

[2] Vergl. Sitzungsberichte 1888, S. 1116 ff.

[3] Vergl. a. a. O. S. 1118. Gleichung (H).

[4] Vergl. a. a. O. S. 1120 ff.

will hier denselben Satz durch eine andere Methode herleiten, welche den Vorzug hat, in die Beschaffenheit der Coefficienten A_k eine tiefere Einsicht zu gewähren. Ich beschränke mich dabei, ohne der Allgemeinheit Abbruch zu thun, auf den Fall, dass die Differentialgleichung (1) von der vierten Ordnung ist.

Es sei also y_1, y_2, y_3, y_4 ein Fundamentalsystem von Lösungen der Gleichung:

$$(1^a) \qquad y^{(4)} + p_1 y^{(3)} + \ldots + p_4 y = 0,$$

deren Integrale überall bestimmt sind. Es mögen dann $u_1, u_2, u_3, \ldots u_6$ dieselbe Bedeutung haben, wie in Gleichung (1) Nr. 1.

Wir wollen

$$(\mathrm{H}) \qquad u_1^{(k)} u_6^{(l)} + u_1^{(l)} u_6^{(k)} - (u_2^{(k)} u_5^{(l)} + u_2^{(l)} u_5^{(k)}) + u_3^{(k)} u_4^{(l)} + u_3^{(l)} u_4^{(k)} = P(k, l)$$

setzen.

Für ein anderes Fundamentalsystem der Gleichung (1^a) $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ seien $w_1, w_2 \ldots w_6$ ebenso aus $\eta_1 \ldots \eta_4$ gebildet, wie $u_1 \ldots u_6$ aus $y_1 \ldots y_4$, also

$$(5) \qquad w_1 = \eta_1 \eta_2' - \eta_2 \eta_1', \ldots \quad w_6 = \eta_3 \eta_4' - \eta_4 \eta_3'.$$

Sei

$$(6) \qquad \eta_k = c_{k1} y_1 + c_{k2} y_2 + c_{k3} y_3 + c_{k4} y_4, \qquad (k = 1, 2, 3, 4)$$

so ergiebt sich aus bekannten Determinantensätzen:

$$(\mathrm{J}) \qquad P(k, l) = \Delta Q(k, l)$$

wo

$$(\mathrm{H}') \quad Q(k, l) = w_1^{(k)} w_6^{(l)} + w_1^{(l)} w_6^{(k)} - (w_2^{(k)} w_5^{(l)} + w_2^{(l)} w_5^{(k)}) + (w_3^{(k)} w_4^{(l)} + w_3^{(l)} w_4^{(k)})$$

und Δ die Determinante der Grössen c_{kl}, also

$$(7) \qquad \Delta = |c_{kl}|$$

ist.

Aus (J) ergiebt sich zunächst:

I. Es ist $P(k, l)$ eine Invariante in Bezug auf die verschiedenen Fundamentalsysteme y_1, y_2, y_3, y_4 der Gleichung (1^a).

Aus derselben Gleichung (J) schliessen wir ferner, $\frac{1}{H} P(k, l)$ wird durch keinen Umlauf der unabhängigen Variablen geändert, wenn H die Hauptdeterminante zur Gleichung (1^a) ist. Da die Lösungen von (1^a) überdiess überall bestimmt sind, so erhalten wir den Satz:

$$\mathrm{II.} \qquad \phi_{kl}(x) = \frac{1}{H} P(k, l)$$

ist eine rationale Function von x.



Zur Bestimmung dieser rationalen Function können wir nach Satz I für $y_1 \dots y_4$ ein zu einem singulären Punkte a der Gleichung (1*) zugehöriges kanonisches Fundamentalsystem wählen. Sind r_1, r_2, r_3, r_4 die Wurzeln der zugehörigen determinirenden Fundamentalgleichung, welche bezüglich den Elementen $y_1 \dots y_4$ entsprechen, so werden im Allgemeinen $u_1, u_2, \dots u_6$ zu den Exponenten

$$r_1 + r_2 - 1, r_1 + r_3 - 1, \dots r_3 + r_4 - 1$$

gehören und demzufolge in der Umgebung von $x = a$:

$$(8) \qquad P(k, l) = (x-a)^{\Sigma r - k - l - 2}\mathfrak{P}_{kl}(x-a)$$

sein, wo

$$\sum r = r_1 + r_2 + r_3 + r_4,$$

$\mathfrak{P}_{kl}(x-a)$ eine nach ganzen, positiven Potenzen von $(x-a)$ fortschreitende Reihe bedeutet. In der Umgebung von a ist aber:

$$(9) \qquad H = (x-a)^{\Sigma r - 6}\mathfrak{P}'_{kl}(x-a),$$

wo $\mathfrak{P}'_{kl}(x-a)$ eine nach ganzen positiven Potenzen von $x-a$ fortschreitende Reihe bedeutet, die für $x = a$ nicht verschwindet.[1]

Folglich ist

$$(10) \qquad \frac{P(k, l)}{H} = (x-a)^{-k-l+4}\mathfrak{P}^{(2)}_{kl}(x-a).$$

Seien s_1, s_2, s_3, s_4 die Wurzeln der zu $x = \infty$ gehörenden determinirenden Fundamentalgleichung, und wählen wir für $y_1, \dots y_4$ das zu $x = \infty$ gehörende kanonische Fundamentalsystem, dessen Elemente bezüglich zu $s_1, \dots s_4$ gehören, so ergiebt sich ebenso:

$$(8^a) \qquad P(k, l) = x^{-\Sigma s - 2 - k - l}Q_{kl}\left(\frac{1}{x}\right),$$

wo $Q_{kl}\left(\frac{1}{x}\right)$ eine nach ganzen, positiven Potenzen von $\frac{1}{x}$ fortschreitende Reihe bedeutet. Nun aber ist in der Umgebung von $x = \infty$

$$(9^a) \qquad H = x^{-\Sigma s - 6}Q'_{kl}\left(\frac{1}{x}\right),$$

wo $Q'_{kl}\left(\frac{1}{x}\right)$ eine nach ganzen, positiven Potenzen von $\left(\frac{1}{x}\right)$ fortschreitende Reihe bedeutet, die für $x = \infty$ nicht verschwindet.

Es ist also in der Umgebung von $x = \infty$

$$(10^a) \qquad \frac{P(kl)}{H} = x^{4-k-l}\cdot Q^{(2)}_{kl}\left(\frac{1}{x}\right).$$

---

[1] Crelle's Journal, Bd. 66, S. 144.

Für $k+l<4$ muss also zufolge der Gleichung (10) $\phi_{kl}(x)$ für $x=a$ mindestens von der $(4-k-l)^{\text{ten}}$ Ordnung verschwinden.

Ist also σ die Anzahl der im Endlichen gelegenen singulären Punkte der Gleichung (1^a), so würde $\phi_{kl}(x)$ eine ganze, rationale Function mindestens $\sigma(4-k-l)^{\text{ten}}$ Grades sein. Nach Gleichung (10^a) aber ist dieser Grad nicht höher als $4-k-l$.

III. Ist also die Anzahl σ der im Endlichen gelegenen singulären Punkte der Gleichung (1^a) grösser als 1, so ist $\phi_{kl}(x)$, für $k+l<4$, identisch Null.

Für $k+l=4$ ist nach Gleichung (10) $\phi_{kl}(x)$ in keinem der im Endlichen gelegenen Punkte unendlich, aber nach (10^a) auch im Unendlichen nicht, es folgt also:

IV. Für $k+l=4$ ist $\phi_{kl}(x)$ eine Constante γ_{kl}.

Aus der Differentialgleichung (H) für $P(k,l)$ ergiebt sich

$$DP(k,l)=P(k+1,l)+P(k,l+1), \tag{K}$$

wo D den Differentialquotienten nach x bedeutet.

$$P(l,k)=P(k,l). \tag{L}$$

Nach Satz III ist nun

$$\left\{\begin{array}{l} P(0,0)=0,\ P(0,1)=0,\ P(0,2)=0,\ P(03)=0, \\ P(11)=0,\ P(12)=0,\ P(0,4)=\gamma_{04}H, \\ P(13)=\gamma_{13}H,\ P(22)=\gamma_{22}H. \end{array}\right. \tag{11}$$

Nach (K) ist

$$0=DP(03)=P(13)+P(04),$$

also

$$P(13)=-P(04). \tag{α}$$

Aus

$$0=DP(12)=P(22)+P(13)$$

ergiebt sich

$$P(22)=P(04). \tag{β}$$

Ferner ist

$$0=D^2P(03)=P(23)+2P(14)+P(05). \tag{γ}$$

Durch Differenzirung von (β) erhalten wir

$$2P(23)=P(14)+P(05). \tag{δ}$$

Aus (γ) und (δ) folgt

$$P(14)=-\frac{3}{5}P(05);\quad P(23)=\frac{1}{5}P(05). \tag{ε}$$

Setzen wir diese Werthe in

$$DP(04) = P(14) + P(05)$$

ein, so ergiebt sich

$$P(05) = \frac{5}{2} DP(04),$$

also nach (ε)

$$\text{(M)} \qquad P(14) = -\frac{3}{2} DP(04) = \frac{3}{2} DP(13).$$

5.

Um nun den oben bezeichneten Satz zu beweisen, bedienen wir uns eines Verfahrens, welches wir bereits bei früherer Gelegenheit[1] angewendet haben. Aus der Gleichung

$$P(0,0) = F(u_1, u_2 \ldots u_6) = 2(u_1 u_6 - u_2 u_5 + u_3 u_4) = 0$$

folgt nämlich das System:

$$\text{(N)} \quad \begin{cases} \frac{\partial F}{\partial u_1} u_1 + \frac{\partial F}{\partial u_2} u_2 + \ldots + \frac{\partial F}{\partial u_6} u_6 = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial u_1} u_1' + \frac{\partial F}{\partial u_2} u_2' + \ldots + \frac{\partial F}{\partial u_6} u_6' = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial u_1} u_1^{(2)} + \frac{\partial F}{\partial u_2} u_2^{(2)} + \ldots + \frac{\partial F}{\partial u_6} u_6^{(2)} = -2P(11) = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial u_1} u_1^{(3)} + \frac{\partial F}{\partial u_2} u_2^{(3)} + \ldots + \frac{\partial F}{\partial u_6} u_6^{(3)} = -2P(12) = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial u_1} u_1^{(4)} + \frac{\partial F}{\partial u_2} u_2^{(4)} + \ldots + \frac{\partial F}{\partial u_6} u_6^{(4)} = -2P(13) \\ \frac{\partial F}{\partial u_1} u_1^{(5)} + \frac{\partial F}{\partial u_2} u_2^{(5)} + \ldots + \frac{\partial F}{\partial u_6} u_6^{(5)} = -2P(14 - 2DP(13). \end{cases}$$

Bezeichnen wir mit $v_1, v_2 \ldots v_6$ die zu $u_1, \ldots u_6$ bezüglichen adjungirten Lösungen der Gleichung (3) (für $n = 2$, $\nu = 6$) und mit δ die Hauptdeterminante der $u_1, u_2 \ldots u_6$, und setzen

$$\text{(1)} \qquad \begin{cases} \lambda = +2\left[-P(14) - DP(13) + \frac{d \log \delta}{dx} P(13)\right] \\ \mu = 2P(13), \end{cases}$$

so ergiebt die Auflösung der Gleichungen (N)

$$\text{(2)} \qquad \frac{\partial F}{\partial u_k} = \lambda v_k + \mu v_k' \qquad (k = 1, \quad)$$

[1] Vergl. Acta mathematica. Bd. 1, p. 330 ff.

Da nach voriger Nummer Gleichungen (11) und Gleichung (M)

$$P(13) = \gamma H \text{ (γ constant)},$$

$$P(14) = \frac{3}{2} DP(13) = \frac{3}{2}\gamma\frac{dH}{dx},$$

und da

$$\frac{d\log\delta}{dx} = -P_1, \quad \frac{d\log H}{dx} = -p_1,$$

so ist

(O) $$\lambda = \gamma H(5p_1 - 2P_1), \quad \mu = 2\gamma H.$$

Die Gleichungen (2) sind gleichbedeutend mit

(P) $$\begin{cases} 2u_6 = \lambda v_1 + \mu v_1', & 2u_3 = \lambda v_4 + \mu v_4', \\ -2u_5 = \lambda v_2 + \mu v_2', & -2u_2 = \lambda v_5 + \mu v_5', \\ 2u_4 = \lambda v_3 + \mu v_3', & 2u_1 = \lambda v_6 + \mu v_6', \end{cases}$$

und diese Gleichungen beweisen nicht nur den im Anfange der Nummer 4 erwähnten Satz, sondern sie bestimmen auch die Beziehung der Lösungen $u_1 \ldots u_6$ zu ihren adjungirten vollständig.

Ausgegeben am 16. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. XIII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 . . . . ℳ 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . ℳ 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XIV. XV.

16. März 1899.

MIT TAFEL II UND III.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1899.

XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Schulze las: »Zur Histologie der Hexactinelliden«.

An einigen Hexactinelliden, welche nördlich von Spitzbergen in 1000^m Tiefe von der Deutschen Nordpolar-Expedition erbeutet sind, konnte der Bau des Weichkörpers näher studirt werden. Die bisher bei Hexactinelliden noch nicht nachgewiesenen Kragengeisselzellen (Choanocyten) wurden sicher erkannt und eingehend untersucht.

2. Hr. Ludwig in Bonn, correspondirendes Mitglied, übersendet eine Mittheilung: »Jugendformen von Ophiuren«.

Es werden die Umbildungen beschrieben, welche junge Individuen von brutpflegenden Arten während ihres Wachsthums durchlaufen, und daraus einige allgemeine Sätze von morphologischer und systematischer Bedeutung abgeleitet.

3. Hr. von Bezold legt eine Abhandlung des Hrn. Dr. G. Lüdeling in Potsdam vor: »Über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen«.

Stellt man den täglichen Gang der horizontalen Componenten der störenden Kraft durch Vectordiagramme dar, so findet man, dass diese bei Polarstationen in dem entgegengesetzten Sinne durchlaufen werden, wie die normalen Diagramme der täglichen Variation. Die einzige Ausnahme bildet unter den sämmtlichen untersuchten Polarstationen die dem magnetischen Pol und dem Nordlichtpol nächst gelegene Station Kingua Fjord.

4. Hr. Dr. Thilenius in Strassburg, welcher im Auftrage der Akademie mit den Mitteln der Humboldt-Stiftung die Entwickelung von *Hatteria punctata* in Neu-Seeland untersucht hat, übersendet einen vorläufigen Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der *Hatteria punctata*.

Zur Histologie der Hexactinelliden.

Von Franz Eilhard Schulze.

Die für den Spongientypus besonders charakteristischen Choanocyten oder Kragengeisselzellen sind bei Hexactinelliden noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Da ich jedoch aus den Ergebnissen meiner früheren Hexactinelliden-Studien schliessen durfte, dass ein solches negative Resultat sehr wohl durch ungenügende Fixirung dieser so überaus zarten Elemente bedingt sein konnte, ersuchte ich die beiden HH. Dr. Schaudinn und Dr. Roemer, welche im Sommer 1898 die Deutsche Nordpolarexpedition als Zoologen begleiteten, etwa erbeutete Hexactinelliden unmittelbar nach dem Emporziehen aus der Tiefe möglichst schnell in die geeigneten Fixirungsflüssigkeiten zu bringen. Dass dies nun auf dieser Expedition in befriedigender Weise geschehen konnte, ist nach dem Berichte der genannten Herren hauptsächlich einem eigenthümlichen Zufalle zu danken. Während bei den meisten bisherigen Expeditionen nach dem langwierigen Heraufziehen der Beute vom Meeresgrunde immer noch eine gewisse (oft sogar recht erhebliche) Zeit vergehen musste, bis die gefangenen Spongien zwischen dem übrigen Inhalte des Fangnetzes oder aus dem Fadengewirre der Hanfquasten herausgesucht, isolirt und so weit gereinigt werden konnten, um schliesslich in die betreffende Conservirungsflüssigkeit versenkt zu werden, liess sich diesmal eine solche verhängnissvolle Pause zwischen dem Herausholen der Spongien aus dem Wasser und ihrem Eintauchen in die Fixirflüssigkeit glücklich vermeiden. Es waren nämlich nördlich von Spitzbergen, in der Breite von 81° 20', nachdem durch das Loth eine Tiefe von 1150^{m} constatirt war, einige feine, zum Fange schwebender Thiere bestimmte Tüllnetze (sogenannte Helgoländer Brutnetze) bis auf 1000^{m} herabgelassen. Doch zeigte sich schon vor dem völligen Emporziehen dieser Netze aus dem Wasser, dass sie mit feinem dunkeln Schlick erfüllt waren, also am Grunde hingeschleppt sein mussten. Da unter diesen Umständen ein Zerreissen der zarten Tüllnetze beim Heraufziehen an Deck des Dampfers zu befürchten war, wurde beschlossen, die in der Schlickmasse zu erwartenden Tiefsee-

spongien von einem schnell herabgelassenen kleinen Boote aus (während die Netze noch im Meerwasser hingen) mit den Händen aus dem Schlick herauszuholen und sofort in die im Boote aufgestellten Gläser mit den Fixirflüssigkeiten zu übertragen.

Die auf diese Weise von einer Bodenerhebung am Südrande der sogenannten Nansen-Rinne erlangten Hexactinelliden sind nun zwar stark mit sehr feinen Schlickpartikelchen durchsetzt, aber zum Theil in einer bisher noch nicht erreichten Weise fixirt. Es sind Repraesentanten von drei verschiedenen, noch nicht bekannten (ja sogar neuen Gattungen zugehörigen) Rosselliden-Species, welche ich als *Schaudinnia arctica*, *Trichasterina borealis* und *Scyphidium septentrionale* demnächst an einem anderen Orte ausführlich beschreiben werde. Hier will ich mich auf die Darstellung einiger histologischer Verhältnisse beschränken, welche sich an einem besonders vortheilhaft conservirten Exemplare der *Schaudinnia arctica* ermitteln liessen.

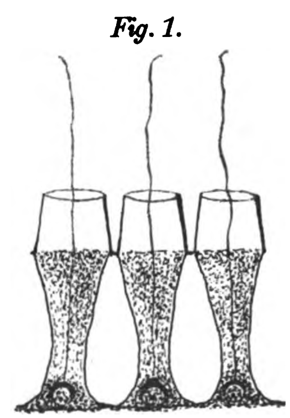
Während bei den meisten übrigen Spongien die Hauptmasse des Weichkörpers von einer reichlich entwickelten Bindesubstanz gebildet wird, deren intercelluläre Grundlage aus einer bald nahezu flüssigen, bald derberen gallertigen, bald sogar ziemlich festen, fast knorpelharten, bald wiederum feinfaserigen, lederartigen Grundsubstanz besteht, so erscheint bei den Hexactinelliden die mit hyaliner gallertiger Grundlage versehene Bindesubstanz überhaupt nur spärlich entwickelt. Schon bei meiner ersten Darstellung des histologischen Aufbaues einer Hexactinellide — *Euplectella aspergillum* — in dem Jahre 1880 — Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXIX — und später ausführlicher in dem Report voy. Challenger 1887 habe ich wiederholt auf den ungemein lockeren Bau des ganzen Körpers dieser Spongiengruppe aufmerksam gemacht. Ich fand damals ein zartes Balkengerüst mit sehr spärlicher, weicher, hyaliner Grundsubstanz und spindel- oder sternförmigen Bindegewebszellen. In demselben waren die Skeletbildungen und Genitalproducte eingelagert, während alle vom Wasser bespülten Oberflächen, also speciell die Grenzflächen der Dermal- und der Gastralmembran, die subdermalen und subgastralen Trabekel, sowie die Innenfläche sämmtlicher zu- und ableitenden Kanäle von einem dünnen, einschichtigen Plattenepithellager gedeckt erschienen. Nur die Innenfläche der Kammern zeigte ein durchaus andersartiges Epithel, an dessen eigenthümlich angeordneten Zellen zwar weder Geisseln noch Kragen zu sehen waren, wohl aber eine gitterförmige seitliche Verbindung der kernhaltigen Zellkörper mit annähernd quadratischen oder rhombisch verzogenen Maschen.

Ich will zunächst berichten, was ich an einem in 96 procentigem Alkohol besonders vortheilhaft conservirten Exemplare der *Schaudinnia*

arctica über den Bau und die Verbindung dieser merkwürdigen Kammerzellen, der Choanocyten, habe ermitteln können. Dieselben stellen hier ein die Innenfläche der sackförmigen Kammern bis nahe an den Öffnungsrand in ziemlich gleichmässiger Anordnung deckendes, einschichtiges Lager von Cylinder-Epithelzellen dar, welche, abgesehen von den durch die Fixirung und Erhärtung herbeigeführten Veränderungen, unter einander keine wesentlichen Differenzen zeigen. Freilich sind die auf letztere Weise erzeugten Veränderungen hier gerade hinsichtlich der Form und Länge des Zellkörpers insofern von Bedeutung, als die im Leben wahrscheinlich nahezu cylindrischen oder prismatischen Zellen jetzt in ihrem mittleren Theile ziemlich stark verschmälert und dementsprechend auch zugleich verlängert, zuweilen sogar fast fadenförmig ausgezogen erscheinen. Merkwürdigerweise ist aber von dieser Verschmälerung eben nur der mittlere Theil, nicht jedoch der basale und der distale Endtheil jedes Zellkörpers betroffen, welche letzteren vielmehr mit den entsprechenden Enden der Nachbarzellen ringsum innig verbunden[1] und dadurch an diesen Stellen am Schrumpfen verhindert sind. Hierdurch hat sich aber überall zwischen den Mitteltheilen der benachbarten Choanocyten ein System von hellen, mit Flüssigkeit gefüllten Lücken gebildet, welche je nach dem Grade der Zellkörperschrumpfung verschieden breit erscheinen.

Jede einzelne Zelle des Choanocyten-Lagers gleicht somit in ihrer Gestalt einem Weinglase mit breiter Fussplatte, ziemlich dickem, doch schwach sanduhrförmigem Stiele und einem cylindrischen oder nach dem freien, kreisförmigen Öffnungsrande zu schwach konisch verjüngtem Kelche, dem Collare. Von der Mitte der quer abgestutzten oder schwach vorgebauchten freien Endfläche des Plasmakörpers geht eine aus der Collarröhre weit hervorstehende, übrigens nur selten gut erhaltene Geissel ab. Da die Basalplatten der benachbarten Zellen ohne deutliche Grenze in einander übergehen, so bilden dieselben in ihrer Gesammtheit eine zusammenhängende Platte, in welcher nur hier und da eine glattrandige, rundliche Lücke — wahrscheinlich eine Kammerpore — zu sehen ist.

Fig. 1.



Drei Choanocyten von *Schaudinnia arctica* F. E. Sch. Vergr. 1500/1.

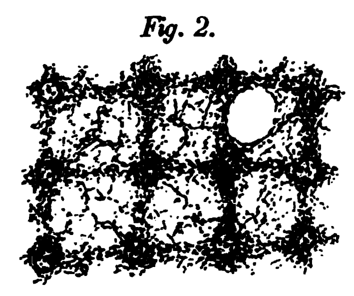
Die Länge der ganzen Zelle, von der Basalplatte bis zum freien Collarrande gemessen, beträgt etwa 12 μ, wovon ungefähr 5 μ auf das Collare kommen. Die Breite beträgt am Distalende da, wo das Collare entspringt, 5.6 μ, während

[1] Einzelne rundliche Lücken, welche hier und da zwischen den Choanocyten vorkommen, sind wohl auf Kammerporen zu beziehen.

der je nach dem Schrumpfungszustande verschieden dicke Mitteltheil gewöhnlich nur einen Querdurchmesser von 3–4 μ zeigt. Der kreisförmige freie Öffnungsrand des Collare hat durchschnittlich eine Weite von 4.5 μ.

Bei der Schilderung der nur mit starken Vergrösserungen zu ermittelnden feineren Structurverhältnisse der Choanocyten will ich zunächst den basalen Theil des Zellkörpers, sodann den stark verschmälerten Mitteltheil und schliesslich den distalen Endtheil nebst Geissel und Collare berücksichtigen. Der hier merkwürdig tief gelegene, nur wenig über das Niveau der seitlich flach ausgebreiteten Basalplatte in den Plasmakörper der Zelle emporragende Zellkern hat die Form eines besonders an der Unterseite stark abgeflachten, kreisrunden Kuchens und zeigt ein kleines, central gelegenes Kernkörperchen. Seine convexe obere Fläche wird von einer etwas stärker lichtbrechenden Substanz gebildet, welche kappenförmig den helleren Inhalt umschliesst und dementsprechend in der Flächenansicht ringförmig, in der Seitenansicht ⌒förmig erscheint. Nur dieser kappenförmige Theil des Kernes sowie das kleine centrale, kugelige Kernkörperchen nehmen nach Behandlung mit Farbstoffen, wie Haematoxylin, oder nach Eisen-Haematoxylinbehandlung Färbung an, während der ganze übrige Theil fast ungefärbt bleibt. Man muss daher den Choanocyten-Kern als relativ chromatinarm bezeichnen. Sehr merkwürdig ist die erwähnte seitliche, fussplattenartige Ausbreitung des Basaltheiles der Zelle. Die Verbindung aller dieser basalen Ausbreitungen stellt sich in der Profilansicht oder im optischen Durchschnittsbilde als eine zwischen den Zellkernen ausgespannte dünne Platte dar. Bei Flächenansichten bemerkt man leicht, dass dieselbe keineswegs homogen, vielmehr von verästelten und mannigfach anastomosirenden, körnchenreichen Strängen durchsetzt ist, welche letzteren von dem körnigen Plasmahofe der Kerne ausgehen und in Verbindung mit den entsprechenden Strängen der Nachbarzellen treten. Da die Hauptstränge sich ziemlich gerade zwischen den unmittelbar benachbarten Kernen ausspannen, so markirt sich bei schwacher Vergrösserung, wie ich das schon früher wiederholt bei anderen Hexactinelliden beschrieben habe, ein Netz von etwas dunkleren Zügen, dessen Maschen, der gewöhnlich ziemlich regelmässigen Anordnung der Choanocyten in rechtwinklig sich kreuzenden Reihen gleichen Abstandes entsprechend, ein annähernd quadratisches Gitter bilden. Erst bei stärkerer Vergrösserung treten auch die zarteren Körnchenzüge

Fig. 2.



Flächenansicht der vereinigten Basaltheile der Choanocyten einer Kammerwand von *Schaudinnia arctica* F. E. Sch. Vergr. 1500/1.

deutlich hervor. Niemals hat es mir gelingen wollen, in der Kammerwand deutliche Grenzlinien zwischen den Choanocyten nachzuweisen, was indessen an lebendem Materiale mittelst Argentum nitricum wohl gelingen dürfte. Ebensowenig habe ich eine besondere Basalmembran neben der beschriebenen membranösen Verbindung der Fussplattenausbreitungen der Choanocyten wahrnehmen können, auf welcher diese letzteren etwa aufsässen.

Der Mitteltheil des Zellkörpers, welcher, von dem kernhaltigen Basaltheile aufsteigend, zwar im Allgemeinen cylindrische, aber gegen das obere Ende trompetenförmig sich verbreiternde Gestalt hat, stellt sich in den meisten Praeparaten als ein mehr oder minder geschrumpfter Schlauch dar, dessen heller Inhalt in günstigen Fällen einen zarten centralen Axenfaden erkennen lässt, welcher sich von der Mitte der kuppenförmigen Distalfläche des Kernes bis zum Ursprunge der Geissel an der Endfläche des Zellkörpers hinzieht.

Sehr merkwürdig und unerwartet, aber mit aller Deutlichkeit zu sehen ist die seitliche Verbindung der Distalenden aller neben einander liegenden Zellkörper. In manchen Fällen scheinen die Ränder der Körperendflächen einfach ringsum mit einander verklebt zu sein, in anderen sieht es aus, als ob eine Kittmasse, etwa den Kittleisten mancher Epithelgrenzlagen bei Wirbelthieren entsprechend, oder selbst etwas breitere, plattenartige Verbindungszonen vorhanden seien (vergl. Fig. 1 und 3). Jedenfalls stossen die von dem Rande der distalen Zellkörperendfläche entspringenden cylinder- oder kegelmantelförmigen Collarmembranen mit ihrer Basis nicht unmittelbar an einander, sondern sind überall noch durch ein Spatium getrennt, welches natürlich zwischen je drei oder vier unmittelbar benachbarten Collare am grössten ist. Hier kann man auch gelegentlich wahre, von einem glatten, rundlichen Grenzcontour umsäumte Löcher in der Verbindungsplatte sehen, welche wohl zweifellos den Kammerporen entsprechen.

Das Collare selbst, welches, wie schon erwähnt, in der Regel einen nach dem glatten, freien, kreisförmigen Endrande zu schwach verjüngten, quer abgestutzten Kegelmantel darstellt, ist mir stets, auch bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen und verschiedener Färbungen, als eine völlig homogene, structurlose dünne Membran erschienen. Je besser die Conservirung, um so mehr nähert sich die Form des Collare einem reinen Cylindermantel, ohne diesen jedoch jemals ganz zu erreichen. Ob kleine Körnchen verschiedener Grösse welche gelegentlich zwischen den kreisförmigen Basalursprungslinie bei Flächenansichten (besonders häufig in den intermediären Interstitien) gesehen werden können, als ein typisches Structurelement betrachtet werden müssen, oder nicht vielmehr zu den zahlreichen Ver

unreinigungen gehören, welche hier besonders die Untersuchung stören, wage ich nicht zu entscheiden. Zuweilen waren sie sehr zahlreich, in anderen Fällen kaum zu sehen. Bei inneren Flächenansichten der Kammerwand bemerkt man in der Regel die optischen Querschnitte der normalerweise das Lumen jeder Collarröhre in der Mitte durchsetzenden Geissel, welche auch in Profilansichten des Choanocytenlagers gewöhnlich sehr deutlich zu erkennen ist. Freilich erscheint sie gewöhnlich stark verbogen oder anderweitig verändert, wie zusammengerollt, gequollen oder zerrissen.

Wenn man nun diese Choanocyten einer Hexactinellide vergleicht mit Choanocyten anderer Spongiengruppen, so lässt sich nicht verkennen, dass erhebliche Unterschiede bestehen. Freilich stimmen auch bei den übrigen Spongien die Angaben der Forscher unter einander keineswegs überein.

Im Gegensatze zu den früheren Darstellungen von JAMES CLARK, CARTER, HAECKEL, mir selbst und vielen anderen Forschern, welche das Collare bei verschiedenen Spongien stets als eine dünne hyaline Röhre beschrieben haben, die, vom distalen Endrande der einzelnen Choanocyte ausgehend, mit einem einfachen freien, kreisförmigen, glatten Öffnungsrande endet und normalerweise die Form eines geraden Cylindermantels, seltener eines nach dem einen oder anderen Ende zu schwach verjüngten oder im Ganzen schwach ausgebauchten Kegelmantels zeigt, hat im Jahre 1888 W. J. SOLLAS eine wesentlich abweichende Darstellung gegeben.

In der Encyclopaedia Britannica Ed. IX (Article Sponges) p. 418 hat er seine Auffassung kurz mit folgenden Worten charakterisirt: »In *Tetractinellida*, and probably in many other sponges — certainly in some — the collars of contiguous choanocytes coalesce at their margins so as to produce a fenestrated membrane, which forms a second inner lining to the flagellated chamber«.

Eine genauere, mit zahlreichen Abbildungen unterstützte Beschreibung dieser eigenthümlichen Verbindungsmembran, welche jetzt allgemein als »SOLLAS'sche Membran« bezeichnet zu werden pflegt, ist von SOLLAS noch in dem nämlichen Jahre 1888 in seinem grossen Challenger-Report on the *Tetractinellida* gegeben, aus welcher ich hier nur Folgendes hervorheben will. Die Collare aller Choanocyten einer Kammer biegen sich von ihrem röhrenförmigen Hauptheile aus mit dem Distalende trompetenförmig allseitig auswärts um und verschmelzen sodann unter einander in der Weise, dass bei der Aufsicht das Bild einer structurlosen gefensterten Membran entsteht. Da SOLLAS diese merkwürdige Randvereinigung der Choanocytencollare zwar bei den meisten Tetractinelliden, nicht aber bei *Placina*, *Tetilla* und einigen

Monaxonien wahrnahm, so glaubte er ihr Vorkommen und Fehlen zur Feststellung verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen einzelnen Familien verwerthen zu können. Übrigens vermisste SOLLAS in allen Fällen, wo seine Membran zu sehen war, die Geissel an den Choanocyten.

Bald folgte eine Bestätigung der SOLLAS'schen Angaben für eine Kalkspongie, *Leuconia aspera* durch BIDDER — Proc. Cambridge Philos. Soc. Vol. VI, 1889 —, und noch in demselben Jahre 1889 — Quart. Journ. Micr. Soc. Vol. XXIX p. 325–358 — für eine Hornspongie, *Stelospongus flabelliformis* CARTER, durch DENDY. Dagegen haben alsbald andere Forscher, wie z. B. VON LENDENFELD, die SOLLAS'sche Membran für ein Kunstproduct erklärt; und VON LENDENFELD hat im Zoolog. Anzeiger Nr. 311 Jahrg. XII S. 361–362 die Ansicht ausgesprochen, dass die betreffenden Bilder veranlasst seien durch eine hyaline gallertige Substanz, welche den Raum zwischen den Choanocyten ausfüllt und zeitweise bis an die Ränder der Collare oder selbst über diese hinaus vorquillt, deren Grenzlinie für eine Membran gehalten sei.

Dem widersprach indessen DENDY im folgenden Jahre 1890 und beschrieb 1891 im Quart. Journ. Micr. Soc. (2) Vol. XXXII p. 1–39 bei einem Kalkschwamme, *Grantia labyrinthica* CARTER, eine bei völlig zurückgezogenen Collare und Geisseln zwischen den kegelförmig zugespitzten Distalenden der kurzen Choanocyten ausgespannte Membran, sowie in demselben Bande p. 41–48 bei der Monaxonie *Halichondria panicea* ganz specifisch ausgebildete Choanocyten mit ihren durch eine SOLLAS'sche Membran deutlich verbundenen Collare und wohlentwickelten Geisseln.

Auch bei Kalkschwämmen konnte später DENDY — Trans. Roy. Soc. Victoria 1891. Vol. III Part I p. 1–87 — die SOLLAS'sche Membran wohl entwickelt sehen. Er sagt l. c. p. 11: »The flagella of the cells are retracted, but the collars are in some cases well preserved and funnel-shaped. Their margins do not come into direct contact, but are united by the membrane, which runs from one to another at right angles to the long axes of the collars.« Ausserdem fand er bei *Leucosolenia tripodifera* (CARTER) eigenthümliche körnige Stäbchen von 7 μ Länge und 1.2 μ Breite der SOLLAS'schen Membran rechtwinklig aufsitzend.

Nach BIDDER — Proc. Roy. Soc. London 1892. Vol. LI p. 474–484 — sollen bei heterocoelen Kalkspongien (und wahrscheinlich auc bei Kieselspongien) bestimmte, durch die Nahrungsaufnahme bedingt Veränderungen mit dem Collare vor sich gehen. Er sagt l. c. p. 474 479: »In *Heterocoela* (probably it is similar in Silicea) the collars o the collarcells are at first mere fringes, which help to retain in th food and filter the water as it passes from the base of the cell t

the moving tip of the flagellum. When the cell is satiated the flagellum ceases to move, and degenerates; the collar unites with the neighbouring collars to prevent the water that is already filtered and already foul from returning past the inactive area to pollute the afferent water supply. When the food has been digested, the cells elongate and become closely pressed together; the separation of their basal parts takes place — and the distal parts start on a new cycle with hungry protoplasma, active flagella, and separated collars«. Bei *Leucosolenia* konnte MINCHIN 1892 Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. XXXIII eine SOLLAS'sche Membran nicht finden. YVES DELAGE hat sich im Jahre 1892 in den Arch. Zool. expér. (2) Tome X dahin geäussert, dass »les collerettes (bei *Spongilla fluviatilis*), étroites à leur insertion sur la cellule, s'évasent en cône et se soudent sans interposition d'une membrane de SOLLAS, directement les unes aux autres, par le contour de leur orifice qui prend, de ce fait, une forme polygonales«. Ähnliche Ansichten wie BIDDER trug später, 1894, MASTERMANN — Ann. Mag. N. H. 6. Bd. p. 13 und 14 — vor, während schon früher, 1893, VOSMAER und PEKELHARING in der Tijdschr. Ned. Dierk. Vereene (2) IV. 1 die bestimmte Behauptung aufgestellt hatten, dass die SOLLAS'sche Membran im lebenden Schwamme nicht existire, sondern nur ein Kunstproduct sei.

Im Jahre 1894 — Zool. Anz. 17, S. 167–168 — zog jedoch BIDDER selbst seine früheren Angaben über die Existenz der SOLLASschen Membran zurück und schloss sich der Ansicht von VOSMAER und PEKELHARING an, dass dieselbe im Leben nicht existire. Er machte sodann im nächsten Jahre 1895 — Quart. Journ. Micr. Sc. N. S. Bd. 38 — einige Angaben über den feineren Bau der Choanocyten, wonach bei heterocoelen Kalkschwämmen die cylindrischen Collare niemals mit einander verbunden seien, jedoch nicht aus einer ganz homogenen Membran, wie man bis dahin allgemein angenommen hatte, sondern aus 20–30 parallelen, durch eine dünne helle Membran verbundenen Stäben bestehen. Die Geissel sei bis zum Nucleus zu verfolgen und mit dessen Hüllenmembran verbunden. Zwischen den Choanocyten befinde sich eine hyaline gallertige Masse, welche jedoch nicht, wie LENDENFELD annahm, bis an den Distalrand der Collare, sondern höchstens bis an deren Basis reiche. An der Basis der Collare beschrieb BIDDER eine irisartig quer ausgespannte, mit radiären stabförmigen Verdickungen versehene Membran, durch deren centrale, kreisrunde, pupillenähnliche Öffnung die Geissel hindurchtrete.

Schliesslich will ich noch die im Jahre 1898 in den Verh. Koninkl. Ak. Amsterdam 2. sect. VI Nr. 3 erschienenen »Observations on sponges« von VOSMAER und PEKELHARING erwähnen, in welchen die Verfasser,

ihre früheren Angaben für verschiedene Kalk- und Kieselspongien bestätigend, das Collare als eine durchaus homogene hyaline Röhre mit einfachem glattem Öffnungsrande ohne Seitenverbindung darstellen, aber ihre Länge sowohl bei verschiedenen Spongienarten als auch bei verschiedenen Individuen derselben Art recht wechselnd finden. Von Bidder's stabförmigen Verdickungen der Röhrenwand konnten sie ebenso wenig etwas bemerken, wie von einem irisähnlichen basalen Diaphragma mit radiären Verdickungen. Von der stets vorhandenen fadenförmigen und gegen das freie Ende nicht verdünnten Geissel konnten sie durch den Plasmakörper der Zelle eine strangförmige Fortsetzung bis in die Nähe des Kerns verfolgen.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung der wichtigsten Angaben über den Bau der Spongien-Choanocyten ergiebt sich, dass meine an Hexactinelliden gewonnenen Untersuchungsresultate am meisten mit den Angaben von Vosmaer und Pekelharing übereinstimmen, mit Ausnahme jener von mir bei *Schaudinnia* überall gefundenen seitlichen Verbindung aller Choanocyten einer Kammer sowohl an der Basis als auch am Distalende des Plasmakörpers. Ob diese letztere Verbindung, welche in ihrer ganzen Erscheinung am ehesten noch mit den sogenannten Kittleisten anderer Epithellager übereinstimmt, auch als solche im Leben besteht, kann ich natürlich nicht sicher wissen, da ich lebende Hexactinelliden leider nicht studiren konnte. Möglicherweise handelt es sich um eine Kittmasse, welche zwischen den Distalrändern der benachbarten Zellen durch Erhärten der äusseren Grenzschicht einer intercellulären Zwischensubstanz entstanden ist, vielleicht aber auch um eine directe Verschmelzung der benachbarten Zellkörper an dieser Stelle.

Was nun das bei verschiedenen Kalk-, Kiesel- und Hornspongien von mir zuerst nachgewiesene Lager eines einschichtigen Plattenepithels betrifft, welches nicht nur die freien Oberflächen der Dermal- und Gastralmembran deckt, sondern auch alle zu- und ableitenden Lacunen und Kanäle auskleidet, so habe ich ein solches bei Hexactinelliden schon im Jahre 1880[1] zwar nicht durch den Nachweis deutlicher Grenzlinien zwischen den Deckzellen beweisen, aber doch aus dem Vorkommen zahlreicher kleiner, meist über die Grenzfläche etwas vorragender, kugeliger Kerne mit Plasmahof erschliessen können, welche ziemlich regelmässig vertheilt sind. Solche epithelialen Zellen sind auch hier, und zwar bei allen drei arktischen Formen, um so leichter zu erkennen, als sie grösstentheils, durch sehr auffällige Einlagerungen stark aufgetrieben, bedeutend über die übrige Grenzfläche buckelartig

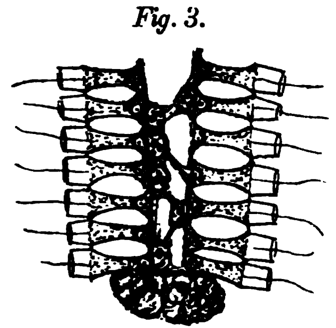
[1] On the structure and arrangement of the soft parts of *Euplectella aspergillum* in Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. 29.

vorragen. Diese Einlagerungen, welche ich künftig wegen ihrer Ähnlichkeit mit den bei anderen Spongien, z. B. *Chondrosia reniformis*, von mir schon früher als »knollige Körper« beschriebenen Gebilden als »Knollen« bezeichnen will, stellen kugelige oder knollige, d. h. aus Conglomeraten ursprünglich kugeliger Körper bestehende Bildungen einer völlig structurlosen, glatt begrenzten und ziemlich stark lichtbrechenden Substanz dar. Die letztere hat sich in allen zuerst mit Sublimatlösung behandelten Stücken gut erhalten, ist aber in den sofort mittelst starkem Alkohol erhärteten Schwämmen mehr oder minder vollständig aufgelöst, so dass hier in der Regel nur noch ein leeres Lückensystem an ihrer Stelle zu sehen ist.

Durch Einwirkung von Osmiumsäure erfolgt keine Schwärzung dieser Substanz, welche auch durch Jodlösung keine deutliche Färbung in blauen, rothen oder braunen Tönen annimmt.

Dagegen tritt eine intensive Rothfärbung durch Eosin ein, für welchen Farbstoff die Knollen jedenfalls eine besondere Anziehungskraft besitzen. Wahrscheinlich handelt es sich um ein Stoffwechselproduct, ähnlich dem Glykogen, vielleicht auch um eine dem Amylum oder dem Fett vergleichbare Reservenahrung. Doch möchte ich besonders betonen, dass es nach dem Ausfall meiner mikrochemischen Reactionen weder Glykogen noch Amylum noch Fett sein dürfte.

Fig. 3.



Senkrechter Längsdurchschnitt zweier benachbarter Kammerwände von *Schaudinnia arctica* F. E. Sch. und ihres gemeinsamen Mündungsrandes. Vergr. 500/1.

Bald finden sich diese Knollen nur in dem centralen Theile der im Übrigen abgeplatteten Zellen und liegen dann stets um den kleinen, einige Chromatinbrocken enthaltenden Kern dicht zusammengedrängt, wodurch dann jene buckelförmigen Erhebungen dieses Zellentheiles entstehen, wie sie an den flachen Grenzflächen der Dermal- und Gastralmembran sowie der derberen subdermalen und subgastralen Trabekel reichlich zu sehen sind, bald erscheint der ganze Plasmakörper von den Knollen mehr gleichmässig erfüllt und dadurch kugelig aufgetrieben, wie speciell in jenen Zellen, welche die Umrandungen der weiten Kammermündungen (Fig. 3) und die zwischen den letzteren gelegenen drei- oder vierseitigen Interstitien, d. h. also die gitterförmige Seitenwand der ableitenden Kanäle, decken. Ob dieses flache Deckepithel an allen von Wasser bespülten Flächen des ganzen zuleitenden Kanal- und Spaltensystemes sowie an der convexen Aussenfläche der Kammern vorkommt, ist mir dadurch zweifelhaft geworden, dass ich an den feineren, balkenartig zwischen den benachbarten Kammerwandungen ausgespannten Strängen und an

den feineren, nicht sowohl platten- als strangförmigen Trabekeln der Subdermal, und Subgastralräume weder die beschriebenen Knollen noch die, wie es scheint, für diese Plattenepithelzellen charakteristischen kleinen kugeligen Kerne wahrnehmen konnte. Es könnte daher sein, dass diese Verbindungsbalken einer besonderen epithelialen Bekleidung entbehren und ganz aus der sogleich näher zu besprechenden Bindesubstanz bestehen, welche ausser den beiden beschriebenen differenten Epithellagen sich bei allen Spongien als dritte wichtige Gewebsschicht am Aufbau des Schwammkörpers betheiligt, hier bei den Hexactinelliden freilich an Masse sehr zurücktritt.

Schon in früheren Mittheilungen über den Bau des Hexactinelliden-Weichkörpers habe ich darauf hingewiesen, dass sich in der weichen hyalinen Grundsubstanz der bindegewebigen Schicht Kerne mit etwas Plasma finden, welche ein wenig grösser und etwas mehr oval erscheinen als die Kerne der Plattenepithelzellen. Obwohl nun dieser Unterschied zwischen Epithel- und Bindesubstanzkernen bei *Schaudinnia arctica* keineswegs so deutlich hervortritt, dass man in jedem einzelnen Falle die Entscheidung treffen könnte, ob ein bestimmter Kern dieser oder jener Zellenart angehört, so markirt sich die Differenz doch auch hier in vielen Fällen deutlich genug. Wenigstens finde ich die Kerne in manchen der zwischen benachbarten Kammern ausgespannten Bindesubstanzsträngen sowie in den die verschiedenen Skeletkörper umgebenden Bindegewebsbalken stets etwas grösser und von mehr ovaler Form als die kleinen kugeligen Kerne der ganz mit Knollen erfüllten Deckepithelzellen (vergl. Fig. 3). Schwieriger ist es, an den zahlreichen Kernen, welche in der Dermal- und Gastralmembran, sowie in den dünnhäutigen Platten und Strängen des subdermalen und subgastralen Trabekelwerkes vorkommen, die Unterscheidung mit Sicherheit durchzuführen, da hier oft genug die Kerne der Zellen, welche zwischen den buckelig vorspringenden, knollenhaltigen Epithelzellen zerstreut liegen und keine Knollen neben sich haben, nicht viel grösser und kaum anders geformt sind, als die Kerne der letzteren Zellen. Hiernach könnte es zweifelhaft erscheinen, ob sich an dem Aufbau dieser dünnen Membranen und Balken überhaupt zwei verschiedene Zellarten betheiligen, d. h. ob wir überall eine bindegewebige Grundlage mit epithelialer Decke oder vielleicht nur ein aus gleichartigen Zellen gebildetes Platten- und Balkengerüst vor uns haben. Für die erstere Auffassung spricht die Thatsache, dass an den hier und da durchlöcherten Membranen die buckelförmigen, mit Knollen erfüllten und bald an dieser, bald an jener Seite der Membran vorragenden Vorsprünge stets nur einen verhältnissmässig kleinen, kugeligen Kern enthalten, während die übrigen meist etwas grösseren Kerne

in der Membran selbst zu liegen scheinen. Andererseits finde ich an den ganz dünnen strangförmigen Balken des Trabekelwerkes und besonders in den Balken, welche zwischen den benachbarten Kammern ausgespannt sind, nur die durchschnittlich etwas grösseren Bindegewebs-Kerne mit reichlichem, in 4–6 Klumpen abgelagerten Chromatin, so dass ich hier wenigstens, wie schon oben erwähnt, eine epitheliale Umkleidung nicht sicherstellen kann.

Eine Frage, auf welche ich besondere Aufmerksamkeit verwandt habe, betrifft die bindegewebige Grundlage der Kammerwandung. Während ich früher an der convexen Aussenfläche der Kammer überall eine gleichmässig dünne, homogene, hyaline Membran annahm, welche nach Art einer Basalmembran den Choanocyten als Grundlage zu dienen hätte und ausserdem an der Aussenfläche dieser Membran auch noch eine Decke flacher Epithelzellen voraussetzte, bin ich jetzt nach vielen vergeblichen Bemühungen zu der Überzeugung gelangt, dass hier eine continuirliche hyaline Basalmembran nicht existirt. Ebenso ist es mir fraglich, ob aussen auf der wesentlich nur von den Basalplatten der Choanocyten gebildeten Kammerwand noch ein besonderes Plattenepithellager vorkommt. Dagegen finden sich stets an der convexen Aussenfläche der Kammern vereinzelt oder zu Gruppen vereinigt Zellen, welche durch die Beschaffenheit ihres Kernes und die von ihnen ausgehenden strangartigen, hyalinen Fortsätze sich als Bindegewebszellen darstellen. Die von denselben ausgehenden Stränge breiten sich theils in Form eines groben Netzes an der äusseren convexen Kammeroberfläche aus, theils bilden sie jene schon mehrfach erwähnten Balken, welche die zwischen den Kammern befindlichen Spalten und Gänge des zuleitenden Kanalsystems durchsetzen.

Hiernach würde also die Grundlage, auf welcher die Choanocyten aufsitzen, ein grobes Balkenwerk von Bindegewebssträngen sein, welches vielleicht noch eine sehr dünne äussere Decke von Plattenepithel trägt.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass sich in keiner dieser arktischen Hexactinelliden irgend welche Genitalproducte auffinden liessen.

Jugendformen von Ophiuren.

Von Hubert Ludwig.

Für ein tieferes Eindringen in die Morphologie der Ophiuren und die natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der Gattungen und Arten sowie auch für die systematische Feststellung der Arten selbst bedürfen ihre postembryonalen und postlarvalen Jugendzustände eines genaueren und umfassenderen Studiums als bisher. Was wir jetzt darüber wissen, beschränkt sich fast ganz auf einige Beobachtungen an den Jungen der lebendiggebärenden *Amphiura squamata.* Junge Ophiuren werden zwar häufig erbeutet, aber ihre sichere Zurechnung zu bestimmten Arten stösst gewöhnlich auf die grössten, anscheinend unüberwindlichen Schwierigkeiten.[1]

Um hier einen Schritt vorwärts zu thun, schien es mir deshalb nöthig, zunächst noch andere brutpflegende Arten in ihren Jugendzuständen zu verfolgen, weil bei ihnen ein Zweifel über die Zugehörigkeit des jungen Thieres ausgeschlossen ist. Freilich begegnet man dabei sofort einem neuen Hindernisse in dem Umstande, dass man sich das Material nicht leicht in wünschenswerther Reichhaltigkeit verschaffen kann. Weitaus die meisten der in Betracht kommenden Arten gehören den arktischen oder antarktischen Meeresgebieten an. Wenn man also selbst nicht in der Lage ist, längere Zeit in jenen Gegenden weilen zu können, so muss man sich an das sehr seltene und lückenhafte Material halten, das einzelne Expeditionen heimgebracht haben. So sind denn auch die folgenden Notizen entstanden, deren Unvollständigkeit sich daraus von selbst erklärt.

Die brutpflegenden Ophiuren lassen sich beim heutigen Stande unserer Kenntnisse in zwei Gruppen eintheilen: *a.* solche, bei denen die Eier zwar nach aussen abgelegt werden, die ausschlüpfenden Jungen aber sich auf dem Körper des alten Thieres längere Zeit festhalten; *b.* solche, bei denen die Eier in den Bursae bleiben und sich in diesen zu fertigen Jungen entwickeln, die dann durch die Bursal-

[1] Vergl. Th. Mortensen, Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition in: Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung Bd. II, J). Kiel und Leipzig 1898, S. 68.



spalten geboren werden. Beide Formen der Brutpflege, die man äussere und innere nennen mag, können sich aber, wie das z. B. bei *Ophiacantha vivipara* der Fall ist, in der Weise mit einander verbinden, dass die lebendiggeborenen Jungen nicht sofort den Körper des alten Thieres verlassen, sondern eine Zeitlang auf demselben umherklettern. Äussere Brutpflege kommt nach meinen Beobachtungen bei *Ophiactis asperula* und *Ophiactis kröyeri* vor und ist von LYMAN[1] schon früher bei *Hemipholis cordifera* festgestellt worden. Innere Brutpflege oder Viviparität ist von acht Arten bekannt, denen ich eine neunte hinzufügen kann (s. S. 230).

Bevor ich mich den einzelnen Arten zuwende, deren Jugendformen ich studiren konnte — es sind deren im Ganzen, abgesehen von der früher untersuchten *Amphiura squamata*, sechs —, möchte ich vorausgreifend diejenigen Punkte der Entwickelung hervorheben, die von allgemeinerer Bedeutung sind.

1. Bei allen untersuchten Arten entstehen die Armwirbel durch Verwachsung zweier paarigen Skeletstücke (= Wirbelhälften oder Ambulacralia), wie ich das früher zuerst bei *Amphiura squamata* nachgewiesen habe.

2. Von allen Skeletstücken des Armes tritt das Terminale zuerst auf und stellt anfänglich eine an der Ventralseite offene Rinne dar, die sich später zu einer Röhre schliesst.

3. Alle Armglieder entstehen an der adoralen Seite des Terminalstückes; ein secundärer Einschub von Armgliedern zwischen die schon gebildeten findet normalerweise nicht statt.

4. Die Zahl der in die Scheibe eingerückten Armglieder nimmt mit dem Wachsthum der jungen Thiere zu.

5. Die Seitenschilder der Armglieder entwickeln sich früher als das Bauchschild und das Rückenschild und stossen anfänglich in der dorsalen und ventralen Medianlinie des Armes zusammen.

6. In der Regel legt sich das Bauchschild eines jungen Armgliedes etwas früher an als das Rückenschild.

7. Die Zahl der Armstacheln ist an den einzelnen Armgliedern bei den Jungen geringer als bei den Alten und im distalen (= jüngeren) Armabschnitt geringer als im proximalen (= älteren). Die Vermehrung der Armstacheln erfolgt in ventro-dorsaler Richtung; der unterste Stachel ist also der älteste, der oberste der jüngste.

8. Hakenförmige Endigung der jungen Armstacheln ist kein besonderes Merkmal der Ophiotrichiden.

[1] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, p. 157. Seine Vermuthung, dass diese Art zugleich vivipar sei, bedarf noch des Beweises. Sollte sie zutreffen, dann läge dieselbe Combination von äusserer und innerer Brutpflege vor wie bei *Ophiacantha vivipara*.



9. Die Tentakelschuppen können vor oder gleichzeitig oder später als die ersten Armstacheln auftreten.

10. Das Mundskelet im Ganzen wird sehr frühzeitig fertiggestellt, doch ist die Zahl der Zähne, der Zahnpapillen und der Mundpapillen anfänglich kleiner als später. Die Zähne stimmen in ihrer ersten Anlage, ebenso wie die Zahnpapillen und Mundpapillen, mit jungen Stacheln überein.

11. Die Mundschilder liegen ursprünglich an der Dorsalseite der Scheibe, rücken aber frühzeitig auf die Ventralseite und erreichen ihre definitive Form erst allmählich.

12. Das Rückenskelet der Scheibe besteht bei den Amphiuriden und Ophiolepididen anfänglich nur aus einer Centralplatte und fünf primären Radialplatten und durchläuft in seiner Weiterentwickelung Zustände, die bei verschiedenen lebenden und fossilen Arten als Schlussstadien der Entwickelung festgehalten werden. Die paarigen Radialschilder der erwachsenen Ophiuren treten in der Entwickelung erst verhältnissmässig recht spät auf.

I. *Ophiactis asperula* (Philippi).

Die zehn jungen Thiere (Scheibendurchmesser $0^{mm}.43-1^{mm}.1$), die ich vor mir habe, stammen von Puerto Bueno im Smyth Channel. Es sind dieselben, die ich in meiner Bearbeitung der Ophiuroideen der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise, Hamburg 1899, S. 6, erwähnt habe. Einige etwas ältere Exemplare, die ich vergleichen konnte, rühren von verschiedenen anderen antarktischen Fundstellen her.

Fig. 1.[1]

1. Das jüngste Stadium liegt nur in einem Exemplare vor, an dem auch nur ein einziger Arm vollständig erhalten ist; sein Scheibendurchmesser beträgt $0^{mm}.43$. Der Arm setzt sich jenseits vom äusseren Mundfüsschen aus fünf Gliedern und dem Terminalstück zusammen. In der Rückenansicht wird die ganze Oberfläche der Scheibe von sechs primären Platten eingenommen, nämlich einem pentagonalen, $0^{mm}.22$ grossen Centrale (C) und fünf dasselbe umgebenden und mit ihm und unter sich dicht zusammenschliessenden Radialien (R_1), die an ihrem äusseren Rande eine Breite von $0^{mm}.24$ haben. Dass sich auf der Oberfläche dieser Platten keine Spuren von Stachelanlagen finden, kann

[1] Diese und die folgenden mit der Camera entworfenen Figuren stellen den Scheibenrücken von *Ophiactis asperula* (Fig. 1–5) und *O. kröyeri* (Fig. 6 und 7) dar. Die Richtung der Radien ist durch Pfeile angedeutet. Die Erklärung der Buchstabenbezeichnungen in den Figuren ergiebt sich aus dem Text. Der Maassstab ist 45/1.

nicht auffallen, da ja auch unter den erwachsenen Exemplaren neben solchen mit bestacheltem Scheibenrücken sich solche mit fast oder ganz stachelloser Scheibe vorfinden.[1] Die Zusammensetzung des jungen Scheibenrückens aus einer centralen und fünf radialen Platten ist dieselbe, wie wir sie schon längst von den Jungen der *Amphiura squamata*[2] kennen und wie sie auch bei einer von Krohn[3] beschriebenen jungen Ophiure und bei dem von Bury[4] untersuchten *Ophiopluteus* zur Anlage kommt. Man wird nicht fehlgehen, darin die ursprünglichste Gestaltung des Scheibenrückens vielleicht aller Ophiuren, mindestens aber der Ophiolepididen und Amphiuriden, zu sehen. Bei erwachsenen Ophiuren wird jedoch diese anfängliche Zusammensetzung des Scheibenrückens in keinem einzigen bekannten Falle vollkommen festgehalten; stets kommen zu den sechs Primärplatten mehr oder weniger zahlreiche später auftretende Platten hinzu. Am meisten nähert sich dem anfänglichen Zustande das Verhalten, welches sich nach Koehler[5] bei der unlängst von ihm aus dem Golfe von Bengalen beschriebenen kleinen Tiefseeform *Ophiotypa simplex* vorfindet. Nur haben sich bei dieser Art in jedem Interradius des Scheibenrückens die primären Radialia ein wenig von einander entfernt, und der so entstandene Zwischenraum ist durch zwei sehr kleine aufeinanderfolgende Interradialplättchen ausgefüllt, die bei dem vorliegenden jüngsten Stadium der *Ophiactis asperula* fehlen. Wenn man sich der Ansicht Koehler's, dass seine *Ophiotypa simplex* keine Jugendform, sondern ein ausgebildetes Thier darstellt, anschliesst, kann man demnach mit ihm der Meinung sein, dass sie unter allen bis jetzt bekannten Ophiuren die ursprünglichsten Verhältnisse bewahrt habe. Es wäre aber auch möglich, dass die *Ophiotypa* ebenfalls nur eine Jugendform ist; eine Frage, die sich einstweilen nicht entscheiden lässt.

Betrachten wir unsere junge *Ophiactis* von der Bauchseite, so begegnen wir gleichfalls Verhältnissen, die sich denen der *Ophiotypa*

[1] Vergl. meine »Ophiuren der Sammlung Plate«, 1898, S. 754, und meine »Ophiuroideen der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise« 1899, S. 8.

[2] Vergl. meine Abhandlung »Zur Entwickelungsgeschichte des Ophiurenskeletes«, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 36, 1881, S. 104 und 105, Separatdruck, wo auch die ältere Litteratur angeführt ist. Vergl. ferner J. Walter Fewkes, On the Development of the Calcareous Plates of Amphiura, Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Cambridge Mass., Vol. XIII, Nr. 4, 1887, Taf. 2, Fig. 12—14.

[3] A. Krohn, Über einen neuen Entwickelungsmodus der Ophiuren. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1857, S. 372, Taf. XIV B, Fig. 3.

[4] H. Bury, Studies in the Embryology of the Echinoderms, Quart. Journ. Microsc. Sc. Vol. 29, 1889, Taf. 37, Fig. 6.

[5] R. Koehler, Échinodermes recueillis par »l'Investigator« dans l'Océan Indien. I. Les Ophiures de mer profonde. Ann. scienc. nat. (8), Zool., Tome 4, 1897, p. 281—283, Taf. 5, Fig. 1—3.

nähern, wenn sie auch keineswegs völlig damit übereinstimmen. Zunächst fällt auf, dass das Mundskelet schon fast vollständig in allen seinen späteren Theilen angelegt ist. An jeder Mundecke bemerkt man mehrere über einander gelegene Zahnanlagen; ihre Zahl liess sich freilich nicht sicher feststellen, doch scheint sie geringer zu sein als beim erwachsenen Thiere. Jedes Mundeckstück trägt eine junge schuppenförmige Mundpapille, die später in die Tiefe der Mundspalte rückt, mit dem Mundeckstück fest verwächst und dann eine Schutzplatte des inneren Mundfüsschens darstellt. Weiter nach aussen und durch einen Abstand von der Mundpapille des Mundeckstückes getrennt, folgt die Anlage einer Schuppe für das äussere Mundfüsschen, die dem concaven Rande des jungen Adoralschildes aufsitzt. Beim erwachsenen Thiere ist das äussere Mundfüsschen stets von zwei Mundpapillen überdeckt. Da ich auch noch bei Jungen von 1–1^{mm}1 Scheibendurchmesser nur eine einzige Mundpapille sehe, dagegen bei solchen von 1^{mm}5 bis 2^{mm} Scheibendurchmesser schon zwei Mundpapillen finde, so scheint die zweite Mundpapille des alten Thieres erst ziemlich spät, wenn die Thierchen einen Scheibendurchmesser von 1^{mm}2–1^{mm}4 erreicht haben, zur Anlage zu gelangen. Die zwischen den beiden äusseren Mundfüsschen eines jeden Radius befindliche äusserlich sichtbare Ventralplatte ist bei dem jungen Thiere verhältnissmässig gross und von der Form eines seitlich concav eingebuchteten Wappenschildes. Die jungen Adoralschilder (Seitenmundschilder) sind von annähernd halbmondförmiger Gestalt und stossen mit ihrem Aussenende an das Aussenende der eben erwähnten ersten Ventralplatte. Mit ihren Innenenden berühren sich die jungen Adoralschilder noch nicht, sondern sind interradial durch einen kleinen Abstand getrennt, in den sich von aussen her das junge abgerundet dreiseitige Mundschild einschiebt. Das kleine ventrale Interbrachialfeld, welches vom Aussenrande der Seitenmundschilder und des Mundschildes bis zum Rande der Scheibe reicht, wird fast ganz von einer einzigen breiten Interradialplatte ausgefüllt, die distal an den distalen Rand der Radiala des Scheibenrückens anstösst und in proximaler Richtung mit einer lappenförmigen Abrundung bis an den distalen Rand des jungen Mundschildes reicht. In ähnlicher Weise wird auch bei *Ophiotypa simplex* das ventrale Interbrachialfeld nach aussen vom Mundskelet von einer einzigen Platte eingenommen. Anlagen von Bursalspalten und den dieselben stützenden Bursalschuppen und Bursalspangen sind bei der jungen *Ophiactis* noch nicht vorhanden.

Nach aussen von der noch zum Mundskelet zu rechnenden ersten äusserlich sichtbaren Ventralplatte folgen die typisch ausgebildeten eigentlichen Armglieder, deren man, wie schon gesagt, in dem vorliegenden jüngsten Stadium bis zum Terminale des Armes erst fünf

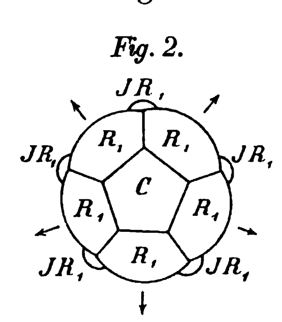
zählt. Das erste derselben liegt nur mit seinem proximalen Abschnitt im Bereiche der Scheibe, ragt aber im Übrigen als erstes freies Armglied aus dem Umfange der Scheibe hervor. Bei den erwachsenen Thieren sind dagegen die vier bis fünf ersten Armglieder in die Scheibe eingerückt und erst das fünfte oder sechste Armglied ist das erste freie, d. h. in der Dorsalansicht des Thieres sichtbare. An allen fünf Armgliedern des jungen Thieres fällt auf, dass ihre äussere Skelethülle fast allein von den jungen Seitenschildern gebildet wird, die dorsal und ventral in der Medianebene des Armes zusammenschliessen und nur am distalen Ende des Gliedes oben und unten eine kleine Lücke für die Anlage des Dorsal- und des Ventralschildes übrig lassen. Selbst das junge Ventralschild des ersten Armgliedes ist noch sehr viel kleiner als das Ventralschild des Mundskeletes, während beim alten Thiere dieses relative Grössenverhältniss sich völlig umkehrt. Nach der Spitze des Armes hin nehmen die jungen Ventral- und Dorsalschilder sehr rasch an Grösse ab; doch konnte ich die Anlage des Ventralschildes bis zum vierten, die des Dorsalschildes aber nur bis zum dritten Armgliede deutlich wahrnehmen. Es scheint also auch bei dieser Art, wie ich das früher schon bei *Amphiura squamata* gefunden, die Entstehung der Ventralplatte eines jeden Armgliedes immer derjenigen der Dorsalplatte vorauszugehen. Das letzte fünfte Armglied entbehrt noch des Ventralschildes und des Dorsalschildes; seine äussere Skelethülle besteht also lediglich aus den Seitenschildern. Dass die Seitenschilder des Ophiurenarmes viel älteren Datums sind als die Ventral- und Dorsalschilder, dürfte eine allgemeine Erscheinung sein, die es auch erklärlich macht, dass man stets im distalen Abschnitt eines Ophiurenarmes, je mehr man sich der Armspitze nähert, ein um so stärkeres Zurücktreten der Dorsal- und Ventralschilder beobachtet.

Auf dem ventralen und lateralen Bezirke ihres distalen Randes tragen die jungen Seitenschilder die Anlagen der Tentakelschuppen und der Armstacheln, die in einer von der Bauchseite zur Rückenseite aufsteigenden Reihenfolge zur Entwickelung gelangen. Zuerst entsteht die von Anfang an platte Tentakelschuppe, hinter welcher das junge Füsschen austritt. Dann folgt der erste, unterste, dann weiter dorsal der zweite Armstachel. Die Armstacheln haben anfänglich eine gestreckt kegelförmige, aber an der Spitze hakenförmige Gestalt, büssen indessen bald die Hakenform der Spitze ein, so dass sie dann einfach stachelförmig aussehen. Im Einzelnen verhalten sie sich an den fünf Armgliedern unseres jungen Thieres folgendermaassen: am ersten Armgliede sind beide jederseitigen Stacheln zugespitzt, haben also die ursprünglich hakenförmige Gestalt ihres freien Endes schon aufgegeben. Am zweiten Armgliede trifft das nur für den unteren älteren Stachel

zu, während der obere noch leicht hakenförmig endigt. Am dritten und vierten Armgliede endigen beide Stacheln deutlich hakenförmig. Am fünften Armglied endlich ist der obere der beiden Stacheln überhaupt noch nicht vorhanden und auch der untere ist eben erst angelegt. — Aus der hakenförmigen Gestalt der jungen *Ophiactis*-Stacheln geht hervor, dass man nicht berechtigt ist, darin eine ausschliessliche Eigenthümlichkeit der Familie der Ophiotrichiden zu sehen. Ich halte es deshalb beispielsweise für einen Fehlschluss, wenn Döderlein[1] aus dem Vorkommen von Hakenstacheln bei seinem *Ophiophthirius actinometrae* die Zugehörigkeit zu den Ophiotrichiden folgert. — Da die erwachsene *Ophiactis asperula* an ihren proximalen Armgliedern jederseits bis sechs Stacheln besitzt, so muss in den späteren Wachsthumsstadien eine allmähliche Vermehrung der anfänglichen Stachelzahl auftreten, womit auch das Verhalten an der Armspitze alter Thiere übereinstimmt, an der man ebenfalls nur zwei[2] Stachelchen findet, die auch noch beide die ursprüngliche hakenförmige Endigung zeigen.

2. Das zweitjüngste Thier ist nur wenig älter als das vorige. Sein Scheibendurchmesser beträgt $0^{mm}.5$. Die Arme bestehen aus sechs Gliedern und dem Terminale. Das erste Armglied ragt noch wie vorhin mit seinem distalen Bezirke aus der Scheibe hervor. In der Bestachelung der Arme ist nur insofern ein Fortschritt zu bemerken, als das zweite Armglied nunmehr jederseits noch einen dritten Stachel bekommen hat, der dorsal von dem oberen der beiden früher vorhandenen steht. Auffallenderweise fehlt dem ersten Armgliede dieser dritte Stachel.

Fig. 2.



Die Scheibe zeigt in der Rückenansicht fast dasselbe Verhalten wie früher. Sieht man aber schärfer zu, so bemerkt man, dass am Rande in jedem Interradius eine kleine Interradialplatte (JR_1) hinzugekommen ist, durch welche die Zusammensetzung des Scheibenrückens vollkommen übereinstimmend mit derjenigen wird, die Lyman[3] von einer etwa ebenso grossen jungen *Hemipholis cordifera* (Bosc) abbildet, die erst acht Armglieder besitzt. Die Bauchansicht der jungen Scheibe lehrt, dass jene kleine, vom Rücken sichtbare Interradialplatte kein neuer Erwerb ist, sondern sich verbreiternd und dann wieder ver-

[1] Döderlein, Über einige epizoisch lebende *Ophiuroidea*. In: Semon, Z-logische Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel, Bd. V, Je a 1898, S. 487.

[2] Meine frühere Angabe (Ophiuren der Sammlung Plate, 1898, S. 755), d s man im distalen Armbezirk »bis zur Armspitze« drei Stacheln antreffe, ist also n Bezug auf das alleräusserste Armende zu berichtigen.

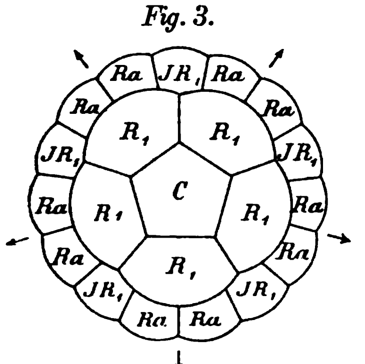
[3] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, S. 157, Taf. 40, Fig. 12.

schmälernd bis an den distalen Rand des entsprechenden Mundschildes reicht, also identisch ist mit der schon im vorigen Stadium vorhandenen ventralen Interradialplatte. Es hat sich aber jetzt diese Platte in dorsaler Richtung so weit ausgedehnt, dass sie mit einem kleinen Theile ihrer Oberfläche von oben her sichtbar geworden ist.

Neu aber sind zehn andere Platten, denen man in der Peripherie der ventralen Scheibenansicht begegnet. Man bemerkt nämlich jederseits von einer jeden Interradialplatte eine junge Platte, die vom Seitenrande der Interradialplatte bis zur Medianebene des nächsten Radius reicht; dabei tritt diese junge Platte in der ventralen Ansicht der Scheibe unter das erste Armglied und stösst unter der Medianebene dieses Gliedes mit der gleichen Platte des nächsten Scheibenfünftels zusammen. Wenn wir uns das junge Thier in seiner natürlichen Haltung denken, tritt demnach in der Scheibe über dem ersten Armgliede ein Plattenpaar auf, das bis an den Seitenrand der Interradialplatte reicht, von oben her aber einstweilen noch nicht wahrnehmbar ist, weil es jetzt noch dorsal von den primären Radialplatten völlig verdeckt wird. Im nächsten Stadium werden wir sehen, dass das neue Plattenpaar sich beim weiteren Wachsthum der Scheibe unter dem peripheren Rand der primären Radialplatten hervorschiebt und nichts Anderes darstellt als die erste Anlage der Radialschilder der fertigen Ophiure. Im Übrigen zeigt die Ventralseite der Scheibe, abgesehen von einer kleinen Grössenzunahme ihrer Skelettheile, die sich namentlich an den Mundschildern bemerklich macht, keine besonderen Veränderungen.

3. Im nächsten Wachsthumsstadium des jungen Thieres werden sowohl die fünf Interradialplatten als auch die fünf Paar Radialschilder (*Ra*) in der Rückenansicht deutlich sichtbar und bilden nun zusammen einen aus fünfzehn Platten bestehenden marginalen Kranz, der die sechs Primärplatten umkreist.

Fig. 3.



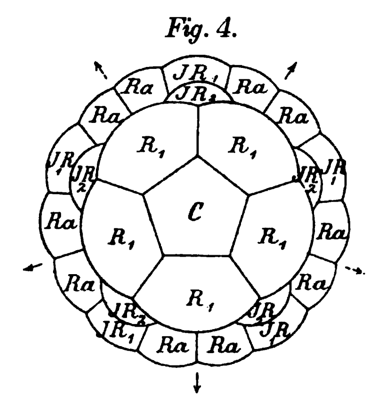
Damit hat das Rückenskelet der jungen *Ophiactis asperula* eine Zusammensetzung erreicht, wie sie sich bei mehreren anderen von ihren Autoren für erwachsen gehaltenen Ophiuren-Arten vorfindet. So beschreibt Lyman einen ähnlichen Aufbau des Scheibenrückens bei seinem *Ophiomastus secundus*[1], bei dem allerdings die Interbrachialplatten von oben her nicht sichtbar sind. Ferner begegnen wir einem ähnlichen Scheibenskelet bei *Ophio-*

[1] Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Vol. V, Nr. 9, 1878, p. 218, Taf. 2, Fig. 16, 17.

glypha convexa desselben Autors[1], bei der jedoch, im Gegensatze zu unserer jungen *Ophiactis*, auch schon die Bursalschuppen und eine zweite Interradialplatte aufgetreten sind. Ebenso wie diese LYMAN'sche Form verhält sich in Bezug auf Zahl und Anordnung der Platten des Scheibenrückens der von STUDER geschilderte *Ophiopyrgus saccharatus*.[2] Endlich beschreibt unlängst DÖDERLEIN bei seinem schon weiter oben erwähnten *Ophiophthirius actinometrae*[3] ganz die gleiche Zusammensetzung des Scheibenrückens, wie sie *Ophiactis asperula* in dem vorliegenden Jugendstadium darbietet. Ich würde überhaupt kein Bedenken tragen, in dieser DÖDERLEIN'schen Art, für die er selbst die Möglichkeit, dass sie nur eine Jugendform darstelle, offen lässt, einen jungen Amphiuriden zu sehen, wenn ich nicht stutzig würde durch die Angabe, dass zwei Zahnpapillen, aber keine Mundpapillen vorhanden seien. Indessen kommt es auch bei Amphiuriden nicht selten[4] vor, dass Mundpapillen unmittelbar unter der Zahnreihe stehen und dann auch als Zahnpapillen angesprochen werden könnten.

4. Kehren wir aber zu unserer *Ophiactis asperula* zurück, so begegnen wir in einem nunmehr folgenden Stadium einer Scheibe, in deren Rückenskelet noch fünf weitere Platten aufgetreten sind. In einem jeden Interradius nämlich finden wir jetzt über der uns schon bekannten, zwischen den Radialschildern gelegenen Interradialplatte (JR_1) eine zweite Interradialplatte (JR_2), die sich am peripheren Rande der primären Radialplatten zwischen diese und die erste Interradialplatte eingeschoben hat. Dieses Stadium liegt mir in drei Exemplaren vor, deren Scheibendurchmesser $0^{mm}.68-0^{mm}.87$ beträgt. Die Centralplatte sowie die primären Radialplatten haben ebenfalls eine Wachsthumszunahme erfahren. Das Centrale hat jetzt eine Grösse von $0^{mm}.26-0^{mm}.31$; die Breite der primären Radialia misst an ihrem Aussenrande $0^{mm}.3-0^{mm}.33$. Der ganze Scheibenrücken ist also

Fig. 4.



[1] Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Vol. X, Nr. 6, 1883, p. 243, Taf. 4, Fig. 43, 44.

[2] STUDER, Übersicht über die Ophiuriden der »Gazelle«, Abhandlgn. Akad. Wiss Berlin 1882, S. 7—10, Taf. 1, Fig. 4*a*. KOEHLER hat diese Art wohl übersehen, wenn er bei Aufstellung seines *Ophiopyrgus alcocki* (Annal. scienc. nat. Zool. Paris 1897, p. 285 behauptet, es sei bis dahin nur eine einzige *Ophiopyrgus*-Art: *O. wyville-thomsoni* LYM bekannt.

[3] A. a. O. 1898, S. 486—487, Taf. 37, Fig. 4 u. 4*b*.

[4] Vergl. LYMAN, Illustrated Catalogue Mus. Comp. Zool. Harvard College, Nr. VIII II, 1875, Taf. 5.

jetzt aus 26 Platten gebildet, nämlich einem Centrale, fünf primären Radialia, zweimal fünf Radialschildern, fünf ersten und fünf zweiten Interradialia. Auch diese Zusammensetzung des Scheibenrückens findet ihresgleichen bei einer Anzahl von Ophiurenarten, die sich vielleicht alle bei weiteren Untersuchungen einmal als Jugendstadien herausstellen werden und alle zur Familie der Ophiolepididen gehören. Es sind die folgenden sieben Arten der Gattungen *Ophioglypha, Ophiomastus, Ophiopyrgus* und *Ophiomusium.*

a. Ophioglypha solida Lyman.[1] Die Zusammensetzung des Scheibenrückens ist nach Zahl und Anordnung der Platten genau dieselbe wie in dem vorliegenden Jugendstadium der *Ophiactis asperula.*

b. Ophiomastus tegulitius Lyman[2] zeigt ebenfalls dieselbe Zahl und Anordnung der Scheibenrückenplatten, deren relative Grössenverhältnisse allerdings etwas andere sind. Dass bei dem von Lyman zu seiner Abbildung benutzten Exemplare sechs statt fünf primäre Radialplatten vorhanden sind, hält er selbst auf Grund der Untersuchung eines zweiten Exemplares für eine Abnormität. Ich bemerke dazu, dass auch unter den mir vorliegenden jungen *Ophiactis asperula* sich ein Stück befindet, welches trotz seiner normalen Armzahl eine überzählige sechste primäre Radialplatte aufweist.

c. Ophiomastus tumidus Koehler.[3] Auch hier haben wir dieselbe Zahl und Anordnung der Platten des Scheibenrückenskeletes. Koehler selbst hält es für möglich, dass diese kleine Form (Scheibendurchmesser 4, Armlänge 7–8^{mm}) eine Jugendform darstellt.

d. Ophiopyrgus wyville-thomsoni Lyman.[4] Zahl und Anordnung der Platten ist wieder dieselbe; aber der Scheibenrücken ist hochgewölbt und die Centralplatte trägt einen kleinen Aufsatz. Lyman vermuthet selbst in dieser »Art« eine Jugendform.

e. Ophiopyrgus alcocki Koehler.[5] Wiederum derselbe Aufbau des Scheibenrückens, der aber weniger hoch gewölbt ist als bei der vorigen Art und des Aufsatzes auf der Centralplatte entbehrt. Die geringe Zahl der Armglieder und die schwache Ausbildung der Rücken- und Bauchschilder der Arme lassen mich vermuthen, dass diese kleine, nur in einem Exemplare (Scheibendurchmesser 6, Armlänge 10^{mm}) bekannte

---

[1] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, p. 67–68, Taf. 3, Fig. 8.

[2] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, p. 100–101, Taf. 8, Fig. 17, 18.

[3] Annal. scienc. nat. Zool. T. 4, 1897, p. 285–288, Taf. 5, Fig. 7. Koehler behauptet, dass ausser dieser Art erst zwei andere *Ophiomastus*-Arten (*O. tegulitius* Lym. und *O. secundus* Lym.) bekannt seien, übersieht also, dass Lyman auch noch eine dritte Art *O. texturatus* beschrieben hat; vergl. Lyman, Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. X, Nr. 6, 1883, p. 247–248.

[4] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, p. 33–34, Taf. 9, Fig. 16, 17.

[5] Annal. scienc. nat. Zool. T. 4, 1897, p. 283–285, Taf. 5, Fig. 4, 5.

Form ein jugendliches Stadium irgend einer Ophiolepididen-Art darstellt.

f. Ophiomusium lymani juv. Wyv. Thomson.[1] Dieses junge Thier besitzt ebenfalls dieselben 26 Platten des Scheibenrückens.

g. Ophiomusium pulchellum Lyman.[2] Auch für diese kleine Form (Scheibendurchmesser 4.5, Armlänge 7^{mm}) gilt das Gleiche; doch schiebt sich zwischen die Aussenenden eines jeden Paares von Radialschildern noch eine weitere kleine Platte ein.

An der Ventralseite der Scheibe prägt sich eine Weiterentwickelung darin aus, dass die früher bis an das junge Mundschild heranreichende erste Interradialplatte eines jeden Interbrachialbezirkes nunmehr von demselben abgerückt ist. In dem so entstehenden Zwischenraume zwischen der ersten Interradialplatte und dem Mundschilde treten vier Plattenanlagen auf, die in einer Querreihe geordnet sind. Die beiden seitlichen, also adradialen von diesen vier jungen Platten sind etwas kräftiger entwickelt und von länglicher Form; die spätere Entwickelung lehrt, dass sie zu den Bursalschuppen werden. Die beiden mittleren Platten sind kleiner und von mehr rundlichem Umriss. Auf diese Weise hat alsdann das ventrale Interbrachialfeld dieselbe Zusammensetzung erreicht, wie sie z. B. Lyman von seiner *Ophioglypha solida* angiebt.[3] Am Mundskelet sind keine besonderen Veränderungen aufgetreten. Die Mundschilder beginnen aber aus der früher dreieckigen Gestalt in eine quer rautenförmige (mit abgerundeten Ecken) überzugehen und sind nun auch schon etwas breiter als lang — ein Maassverhältniss, das sich später immer schärfer ausprägt. An den Armen zählt man in diesem Stadium acht bis elf Glieder, von denen das erste nun schon so weit in die grösser gewordene Scheibe aufgenommen ist, dass nur noch seine Stacheln über den Scheibenrand hervorragen. Die Bauch- und Rückenschilder haben in den proximalen Armgliedern eine beträchtliche Grössenzunahme erfahren und drängen, in proximaler Richtung wachsend, die Seitenschilder mehr und mehr aus einander. Am Ventralschild des ersten Gliedes geht das schon so weit, dass es mit seiner Spitze (es hat jetzt eine dreieckige Form) schon beinahe das zum Mundskelet gerechnete, zwischen den äusseren Mundfüsschen befindliche Ventralschild erreicht.

Bei acht Armgliedern hat sich am zweiten, dritten und vierten Glied jederseits ein dritter Armstachel ausgebildet. Bei neun Gliedern verhält sich die Bestachelung ebenso. Bei zehn und elf Armgliedern hat auch das fünfte Armglied den dritten Stachel bekommen. Vom

---

[1] Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. X, Nr. 6, 1883, p. 245, Taf. 5, Fig. 56.

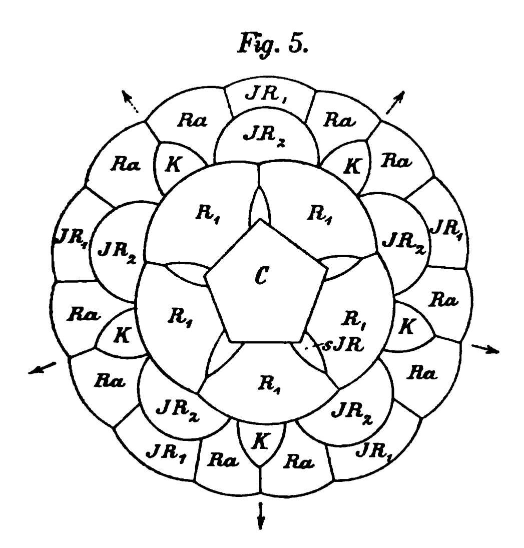
[2] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, p. 96—98, Taf. 3, Fig. 2.

[3] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, p. 67—68, Taf. 3, Fig. 7.

vierten oder fünften Armgliede an endigen die Stacheln noch hakenförmig. Die Scheibe ist noch immer völlig unbestachelt.

5. Nun folgt ein Stadium, in dem der Scheibendurchmesser $0^{mm}.9-1^{mm}.1$ misst und die Zahl der Armglieder auf 13 bis 15 gestiegen ist. Von den Armgliedern ist nunmehr das erste ganz in die Scheibe aufgenommen und der dritte jederseitige Armstachel lässt sich vom zweiten bis zum siebenten Armgliede verfolgen. An der Bauchseite haben sich deutliche Bursalspalten gebildet, die ventralen Interbrachialfelder haben sich vergrössert und die Zahl der zwischen den beiden Bursalschuppen eines jeden Interbrachialfeldes liegenden Plattenanlagen hat sich vermehrt. Auch auf dem Scheibenrücken hat eine Vermehrung der Platten stattgefunden. Hier bemerkt man nämlich erstens am Aussenrande einer jeden primären Radialplatte eine neue in radiärer Richtung gelegene kleine Platte (*K*), die sich zwischen die proximalen Enden der Radialschilder einkeilt und somit die spätere Auseinandertreibung dieser Schilder einleitet; sie möge Keilplatte heissen. Zweitens tritt eine noch kleinere und schmälere Platte an jeder interradialen Ecke der Centralplatte auf; diese schmale Platte (*sJR*), die ich als secundäre Interradialplatte bezeichnen möchte, schiebt sich in interradialer Richtung zwischen je zwei der bis dahin unter sich zusammenstossenden primären Radialplatten ein und erreicht schliesslich den proximalen Rand der im vorigen Stadium aufgetretenen zweiten Interradialplatte. Vor dem Zusammenstoss der fünf soeben erwähnten schmalen Plättchen mit den zweiten Interradialplatten bietet der Scheibenrücken den in Fig. 5 dargestellten Aufbau dar. Zeitlich sind die fünf Keilplatten und die fünf secundären Interradialplatten unabhängig von einander; denn bald sind die einen, bald die anderen zuerst da. Wenn die secundären Interradialplatten noch fehlen, aber die Keilplatten schon angelegt sind, besteht das ganze noch immer stachellose Dorsalskelet der Scheibe aus 31 Platten, nämlich einem Centrale, fünf primären Radialia, zweimal fünf Radialschildern, fünf ersten und fünf zweiten Interradialia und fünf Keilplatten. Auch das ist eine Zusammensetzung, der wir, was die Zahl und Anordnung (nicht die Grösse und Form) der Platten angeht, bei verschiedenen erwachsenen Ophiolepididen und Amphiuriden begegnen:

Fig. 5.



Ophiolepididae.

a. Ophioglypha scutata LYMAN[1]. Der Scheibenrücken besteht aus den angegebenen 31 Platten; ausserdem sind aber am Aussenrande der primären Radialia jederseits von jeder Keilplatte noch je eine, also im Ganzen zehn weitere kleine secundäre Plättchen aufgetreten, die bei unserer jungen *Ophiactis asperula* fehlen.

b. Ophioceramis clausa LYMAN[2]. Ein Unterschied gegen die junge *Ophiactis asperula* liegt nur darin, dass am Rande des Scheibenrückens in jedem Interradius ein Streifen einer dritten Interradialplatte sichtbar wird, die aber im Übrigen dem ventralen Interbrachialfelde angehört.

c. Ophiomusium lunare LYMAN[3]. Dieselbe Zusammensetzung des Scheibenrückens wie bei unserem *Ophiactis asperula*-Stadium; aber es hat sich überdies noch in jedem Radius eine kleine Platte eingestellt, die sich von aussen her zwischen die Radialschilder eindrängt.

d. Ophiomusium ferrugineum BÖHM[4]. Bei dieser fossilen, aus dem Dogger stammenden Art beschreibt ihr Entdecker ganz genau dieselbe Zusammensetzung des Scheibenrückens, wie sie die *Ophiactis asperula* im vorliegenden Stadium darbietet.

Amphiuridae.

e. Polypholis echinata DUNCAN[5]. Der Scheibenrücken ist lediglich aus genau denselben 31 Platten gebildet wie in dem zur Vergleichung herangezogenen Stadium der *Ophiactis asperula.*

f. Hemipholis wallichii DUNCAN[6] bietet ebenfalls genau denselben Aufbau des Scheibenrückens. Bei dieser Form stimmt ferner Form und Grösse der Platten fast genau mit der jungen *Ophiactis asperula.* Auch der Bau der Arme mit der schwachen Ausbildung der Dorsal- und Ventralschilder und dem durch die ganze Länge des nur zehngliedrigen Armes vorhandenen dorsalen und ventralen Zusammenstosse der Seitenschilder deutet darauf hin, dass diese DUNCAN'sche Form, die einschliesslich der Arme nur eine Grösse von $3^{mm}175$ hat, ein Jugendstadium irgend eines Amphiuriden, vielleicht einer *Ophiactis*-Art, ist.

g. Von *Hemipholis cordifera* beschreibt LYMAN[7] ein Jugendstadium, das im Bau seines Scheibenrückens im Ganzen gleichfalls der jungen *Ophiactis asperula* entspricht; ein Gegensatz liegt aber darin, dass bei

[1] Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. X, Nr. 6, 1883, p. 238—239, Taf. 4, Fig. 29.

[2] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, S. 26, Taf. 11, Fig. 5.

[3] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, S. 94—95, Taf. 1, Fig. 14.

[4] BÖHM, Ein Beitrag zur Kenntniss fossiler Ophiuren. In: Berichte d. natur Gesellsch. zu Freiburg i. Br., Bd. 4, 1889, S. 49—50, Taf. 5, Fig. 2.

[5] Journal Linnean Soc. London, Zoology, 1880, p. 73—78, Taf. 3, Fig. 1

[6] Ebendas. p. 138—143, Taf. 6, Fig. 3.

[7] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, S. 157, Taf. 40, Fig. 11.

diesem Jugendstadium von *Hemipholis* jeder Interradius nicht zwei, sondern drei Interradialplatten aufweist.

Wie ich oben bemerkte, kommt es bei unserer *Ophiactis* auch vor, dass die fünf secundären Interradialplättchen schon vorhanden sind, bevor die Keilplatten auftreten. Dann haben wir einen Scheibenrücken, der in Zahl und Anordnung seiner Platten ganz dem Verhalten entspricht, wie es Lyman für sein *Ophiomusium flabellum* schildert[1]; nur sind bei dieser Art die secundären Interradialplatten so gross, dass sie der Grösse der Centralplatte gleichkommen.

Endlich findet auch das Stadium unserer Fig. 5, in dem nicht nur die fünf Keilplatten, sondern auch fünf secundäre Interradialplättchen vorhanden sind, sein Gegenstück bei einer erwachsenen Art, nämlich bei *Ophioglypha minuta* Lyman[2]; es sind aber bei dieser Art, ähnlich wie ich vorhin bei *Ophioglypha scutata* bemerkte, noch zehn weitere secundäre Plättchen am Aussenrande der primären Radialia aufgetreten.

Aus alledem dürfte wohl zur Genüge hervorgehen, dass unsere *Ophiactis asperula* in der Entwickelung ihres Scheibenrückens Zustände durchläuft, die auch bei anderen Amphiuriden und bei Ophiolepididen als Durchgangsstadien oder Schlussstadien der Entwickelung vorkommen.

II. *Ophiactis kröyeri* Lütken.

Von dieser Art konnte ich zwölf jugendliche Exemplare untersuchen, deren Scheibendurchmesser $0^{mm}.6-1^{mm}.35$ misst. Sie stammen von der chilenischen Küste, theils von Iquique, theils von Goleta Bueno, und sind schon in meiner Bearbeitung der Ophiuren der Sammlung Plate[3] kurz erwähnt. Im Ganzen schliessen sie sich in der Ausbildung der Scheibe und der Arme auf's Engste an die Verhältnisse an, die wir vorhin bei Jungen der *Ophiactis asperula* kennen gelernt haben.

1. An dem jüngsten Exemplare von $0^{mm}.6$ Scheibendurchmesser und einer Armlänge von $1^{mm}.1$ sind jenseits des zum Mundskelet zu rechnenden ersten Ventralschildes bis zum Terminalstück des Armes sieben Armglieder vorhanden, von denen das erste schon fast ganz in die Scheibe eingerückt ist. Alle Armglieder haben eine gedrungenere Gestalt als bei den Jungen der *Ophiactis asperula*, was ja auch bei den alten Thieren beider Arten zum Ausdruck kommt. Der Scheibenrücken hat dieselbe Zusammensetzung aus sechsundzwanzig Platten (einem

[1] Ebendas. S. 98, Taf. 3, Fig. 5.

[2] Ebendas. S. 70–71, Taf. 7, Fig. 11.

[3] Zoologische Jahrbücher, Supplement IV (Fauna chilensis) 1898, S. 759.

Centrale, fünf primären Radialia, zweimal fünf Radialschildern, fünf ersten und fünf zweiten Interradialia), wie sie die *Ophiactis asperula* im Stadium der Fig. 4 darbietet. Doch treten die nach aussen von den primären Radialplatten gelegenen Platten in Folge einer stärkeren Wölbung des Rückens in der Dorsalansicht weniger vor. An der Ventralseite der Scheibe ist das Mundskelet schon ebenso vollkommen entwickelt wie bei ungefähr gleich grossen *Ophiactis asperula.* Jedes äussere Mundfüsschen ist schon ebenso wie beim alten Thiere von einer schuppenförmigen Mundpapille schützend überdeckt. Die auf die Bauchseite übergreifende erste Interradialplatte ist wie in dem entsprechenden Stadium der *O. asperula* vom Mundschilde abgerückt und der so entstandene Zwischenraum, das ventrale Interbrachialfeld, lässt jederseits die Anlage einer Bursalschuppe und dazwischen eine isolirt gelegene kleine unpaare Plattenanlage (die bei *O. asperula* gleich paarig auftrat) erkennen. Die Mundschilder sind schon deutlich breiter als lang, haben aber den später an ihrem Aussenrande auftretenden grifförmigen Fortsatz noch nicht entwickelt. An den Armen sind die Bauch- und Rückenschilder bereits kräftiger ausgebildet als bei gleichalten *O. asperula*; auch das letzte Armglied hat schon sein Bauchschild angelegt, während es des Rückenschildes noch entbehrt. Das Rückenschild des ersten Armgliedes ist schon so breit wie der ganze Arm. Die Seitenschilder stossen noch an allen Armgliedern dorsal und ventral zusammen, und ihre mediane Berührungslinie ist entsprechend der in distaler Richtung abnehmenden Grösse der Rücken- und Bauchschilder um so länger, je mehr man sich der Armspitze nähert. An allen Armgliedern ist jederseits eine Tentakelschuppe vorhanden. Die Bestachelung der Arme bleibt aber noch wie bei *O. asperula* weit hinter der des alten Thieres zurück. Am ersten Gliede sind auch bei der vorliegenden jungen *O. kröyeri* jederseits nur zwei Stacheln entwickelt, aber das zweite, dritte und vierte Armglied haben schon deren drei, während die drei noch folgenden Glieder wieder nur jederseits zwei Stacheln besitzen. Die Stacheln sind aber schon jetzt wie beim alten Thiere im Vergleich zu den Stacheln der jungen *O. asperula* plumper, dicker, stumpfer; auf ihrer Oberfläche zeigen sie eine feine Echinulirung. Nur die Stacheln der beiden letzten Glieder endigen nicht stumpf, sondern hakenförmig.

Ein Exemplar von $0^{mm}.73$ Scheibendurchmesser zeigt in der Ausbildung seines Scheibenrückens nur darin einen Fortschritt, dass di bei *O. asperula* als Keilplatten bezeichneten Skeletstücke in Form gan kleiner dreieckiger Plättchen, je eines mitten am Aussenrande eine jeden primären Radialplatte, sich eingestellt haben. Damit ist da Stadium erreicht, das ich von *O. asperula* in Fig. 5 dargestellt habe —

aber es fehlen die dort eingezeichneten secundären Interradialplatten zwischen den primären Radialplatten. Bei *O. kröyeri* wird dieses Stadium schon bei einem kleineren Scheibendurchmesser erreicht, als das bei *O. asperula* der Fall war. Auch die Zahl der Armglieder ist bei *O. kröyeri* jetzt noch eine kleinere als in dem entsprechenden Stadium der *O. asperula*, denn ich zähle bei dem in Rede stehenden Jungen von *O. kröyeri* erst zehn Armglieder, während bei *O. asperula* schon dreizehn bis fünfzehn vorhanden waren. Auch bei der jungen *O. kröyeri* steckt nun das erste Armglied schon so tief in der Scheibe, dass nur noch seine Stachelenden den Scheibenumfang überragen.

2. Nun folgt ein Stadium, dessen Scheibendurchmesser $0^{mm}.87$ misst, also in der Grösse sich dem in Fig. 5 dargestellten Stadium der *O. asperula* nähert. Sein Scheibenrücken zeigt noch denselben Aufbau wie in dem Exemplare von $0^{mm}.73$, doch sind die fünf Keilplatten etwas grösser geworden. An der Ventralseite der Scheibe hat sich die Zahl der das Interbrachialfeld ausfüllenden kleinen Platten vermehrt. Die Mundschilder entbehren noch immer des grifförmigen Fortsatzes, aber die Bursalspalten beginnen schon als eine kleine Grube an der adradialen Seite einer jeden Bursalschuppe deutlich zu werden. An den Armen zählt man nunmehr fünfzehn, bei einem zweiten Exemplare desselben Stadiums sechzehn Glieder, von denen das erste vollkommen in die Scheibe eingerückt ist. Die Rückenschilder der drei ersten und die Bauchschilder der sechs ersten Armglieder haben jetzt die Seitenschilder in deren ganzer Länge aus einander gedrängt und sind dadurch unter sich in Berührung gekommen. Der dritte Armstachel ist bei fünfzehn Armgliedern am dritten bis achten, bei sechzehn Armgliedern am dritten bis neunten Gliede entwickelt. Dass der dritte Stachel dorsal von den beiden erstgebildeten Armstacheln auftritt, sieht man besonders klar am zehnten Gliede des sechszehngliederigen Armes, wo er als ganz winzige Anlage an der Dorsalseite des oberen der beiden erstgebildeten Stacheln erscheint. Die Stacheln der vier bis sechs letzten Glieder haben noch die hakenförmige Spitze, die bei weiterem Wachsthum des Stachels verschwindet.

3. Mit dem Stadium der Fig. 5 schlossen die Beobachtungen an *O. asperula*. Bei *O. kröyeri* dagegen konnte ich das Wachsthum noch etwas weiter verfolgen, zunächst an einem Exemplare von $1^{mm}.1$ Scheibendurchmesser. Am Scheibenrücken beginnen die erste und die zweite Interradialplatte aus einander zu weichen, und zwischen ihnen taucht je ein Paar kleinerer Platten auf, die ich die intermediären Interradialplatten (*iJR*) nennen will. An der Bauchseite der Scheibe sind die Interbrachialfelder dicht erfüllt mit kleinen abgerundeten Schuppen, die sich in der Richtung nach dem Scheibenrande hin dachziegelig

übergreifen. Am Scheibenrande selbst ordnen sich diese Schuppen zu einer queren Reihe, die aber in der Rückenansicht der Scheibe noch nicht zu sehen ist. Diejenige dieser Randschuppen, die gerade unter ein Radialschild zu liegen kommt, trägt eine kleine Stachelanlage (*St*), die in der Rückenansicht des Thieres über den Aussenrand des Radialschildes hervorragt. Damit wird die dem erwachsenen Thiere eigene Bestachelung der Scheibe eingeleitet. Die Mundschilder lassen jetzt in der Mitte ihres Aussenrandes einen kurzen grifförmigen Fortsatz erkennen, und die Seitenmundschilder stossen in den radialen Medianebenen zusammen, so dass sie wie beim alten Thiere das Ventralschild des Mundskelets vom Ventralschild des ersten Armgliedes trennen. Die Arme besitzen zwanzig Glieder, von denen die beiden ersten in der Scheibe liegen. Am dritten Armgliede ist jederseits ein weiterer (vierter) Stachel hinzugekommen.

Fig. 6.

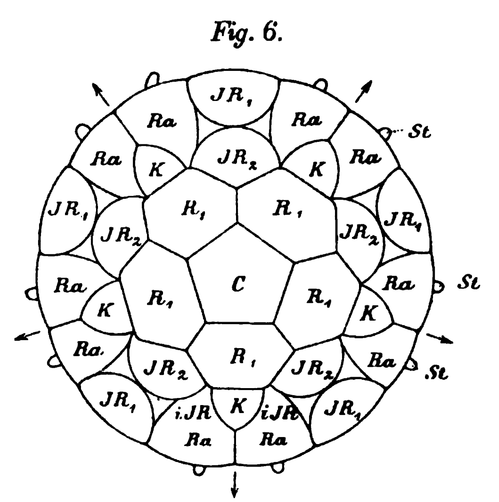
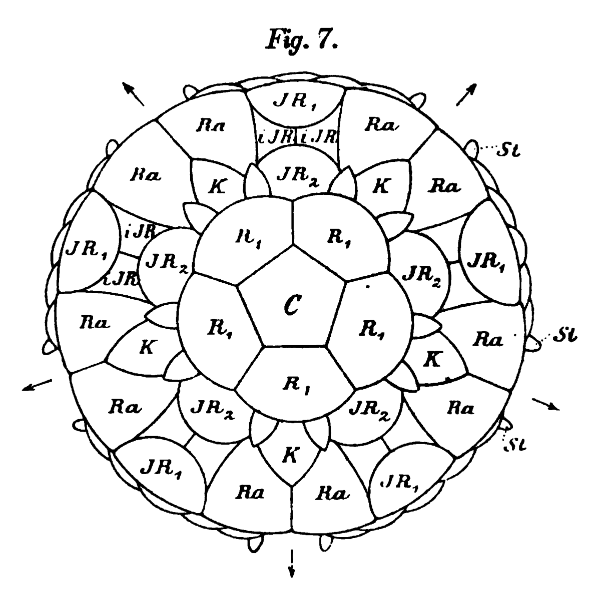


Fig. 7.



4. Das älteste endlich der mir vorliegenden Jungen von *O. kröyeri* hat einen Scheibendurchmesser von 1^{mm}.35. Bei ihm sind im Scheibenrücken die beiden intermediären Interradialplatten gewachsen und haben die erste und die zweite Interradialplatte eines jeden Interradius noch weiter aus einander gedrängt. Ferner ist jederseits von jeder Keilplatte ein kleines dreiseitiges Plättchen aufgetreten; es sind das dieselben Plättchen, die ich weiter oben bei *Ophioglypha scutata* Lyman erwähnt habe. Am Rande der Scheibe werden jetzt auch in der Rückenansicht die Randschuppen des ventralen Interbrachialfeldes sichtbar, deren man zwischen je zwei Armen fünf zählt. An der Bauchseite haben

sich die Bursalpalten vollkommen ausgebildet. Die Arme sind aus zweiundzwanzig Gliedern zusammengesetzt, von denen, wie vorhin, die zwei ersten in der Scheibe liegen und das dritte jederseits vier Stacheln besitzt.

Da später die Zahl der Stacheln im proximalen Armabschnitt auf fünf steigt, so lehren die Jugendformen, dass auch bei dieser Art die definitive Bestachelung der Arme der alten Thiere nur sehr allmählich erreicht wird. Ohne Rücksicht auf ihr späteres relatives Grössenverhältniss folgen die Stacheln in ihrem Alter in der Reihenfolge, dass der oberste eines jeden Seitenarmschildes stets der jüngste ist, wie wir das ja auch schon bei *O. asperula* gefunden haben.

Auch für das Stadium, welches die junge *O. kröyeri* in Fig. 7 darbietet, lässt sich eine erwachsene Ophiolepididen-Art zum Vergleiche heranziehen, nämlich die nur aus grosser Tiefe bekannte *Ophioglypha convexa* LYMAN[1], deren Scheibenrücken in Zahl und Anordnung der Platten völlig mit der jungen *O. kröyeri* übereinstimmt.

III. *Amphiura magellanica* LJUNGMAN.

Dass diese Art lebendiggebärend ist, haben wir nur durch eine kurze Angabe von LYMAN[2] erfahren. Über den Bau der noch in den Bursae der alten Thiere steckenden Jungen ist aber noch nicht das Geringste bekannt. In der mir zur Bearbeitung anvertrauten Ausbeute der schwedischen Expedition nach den MAGALHAENS-Ländern (1895 bis 1897, Dr. OTTO NORDENSKJÖLD) fand ich mehrere trächtige Exemplare, aus deren Bursae ich eine Anzahl (15) junger Thiere herauspraeparirte, die aber leider ziemlich schlecht conservirt sind. Die Jungen aus derselben Bursa befinden sich in sehr ungleichen Altersstadien. Die kleinsten haben einen Scheibendurchmesser von $0^{mm}.43$, und von ihren Armen ist am Rande der Scheibe noch nichts zu sehen als das eben über denselben hervorragende Terminalstück. Dagegen misst der Scheibendurchmesser der grössten Jungen $1^{mm}.5$; ihre Arme sind schon $3^{mm}.3$ lang und aus etwa zwanzig Gliedern zusammengesetzt.

1. Was bei der Untersuchung der Jungen zunächst auffällt, ist der Umstand, dass die Platten des Scheibenrückens keineswegs die regelmässigen Zahl- und Lagerungsverhältnisse darbieten, die uns bei *Ophiactis asperula* und *O. kröyeri* so deutlich entgegengetreten waren. Bei dem jüngsten Individuum (Scheibendurchmesser $0^{mm}.43$) besteht frei-

[1] Challenger-*Ophiuroidea* 1882, S. 58—59, Taf. 6, Fig. 14.

[2] Illustrated Catalogue Mus. Comp. Zool. Harvard College, Nr. VIII, II, Cambridge, Mass. 1875, p. 19.



lich auch hier der Scheibenrücken aus einer Centralplatte und fünf primären Radialplatten; aber es schiebt sich schon in zwei Interradien je eine kleinere Platte zwischen die Primärplatten ein. Unter dem Aussenrande jeder primären Radialplatte bemerkt man die Anlage des terminalen Skeletstückes des Armes. Ferner findet man am Rande eines jeden Interbrachialbezirkes eine auf die Rückenseite reichende, zugleich aber auch auf die Ventralseite sich umbiegende Platte, die, wie die späteren Stadien lehren, das junge Mundschild darstellt. Dieser Befund ist insofern bemerkenswerth, als er meine frühere Angabe[1] über die anfänglich dorsale Lagerung der Mundschilder bei den Jungen der *Amphiura squamata* bestätigt. Verfolgen wir aber einstweilen nur das eigentliche Rückenskelet der Scheibe in seiner weiteren Entwickelung, so begegnen wir bereits bei Jungen, die nur wenig grösser sind (Scheibendurchmesser $0^{mm}.5$), einer recht unregelmässigen Anordnung der Rückenplatten. Es sind deren im Ganzen etwa zehn vorhanden, von denen eine eine centrale Stellung einnimmt; die übrigen aber, die auch an Grösse unter einander sehr ungleich sind, ordnen sich um das Centrale zu einem Kranze, in dem sich weder die einen noch die anderen an eine bestimmte radiale oder interradiale Lagerung binden. Später wird diese Regellosigkeit der Plattenanordnung immer ausgesprochener; es treten nämlich in rascher Folge immer mehr sich dachziegelig übergreifende Platten auf, die an Grösse sich so ähnlich werden, dass man nun auch das frühere Centrale nicht mehr sicher herausfinden kann; dafür machen sich aber in den späteren Stadien die Radialschilder durch ihre Lage und Grösse kenntlich und werden bei einem Scheibendurchmesser von $1^{mm}.45$ an ihrem inneren Ende durch eine kleine dreieckige Platte auseinandergedrängt.

An ihrer Ventralseite zeigen die jüngsten Exemplare (von $0^{mm}.43$ bis $0^{mm}.5$ Scheibendurchmesser) im Wesentlichen denselben Bau, wie ich ihn früher[2] von Jungen der *Amphiura squamata* abgebildet habe, deren Scheibendurchmesser etwa $0^{mm}.32$ betrug. Nur sind die Armanlagen noch weniger weit entwickelt als dort. Bei $0^{mm}.43$ Scheibendurchmesser ist von dem ganzen späteren Armskelet noch nichts vorhanden als das Terminalstück, welches wie bei *Amphiura squamata* anfänglich eine breite ventrale Rinne besitzt, die sich erst später zu einer Röhre schliesst. Bald aber, schon bei $0^{mm}.5$ Scheibendurchmesser, bemerkt man am proximalen Rande des Terminalstückes jederseits die Anlage des erste Seitenschildes des Armes. Ventral stossen die jungen Seitenschilde noch nicht zusammen, und auf ihrem aboralen Rande sind auch noc

[1] Zur Entwickelungsgeschichte des Ophiurenskeletes. Zeitschr. f. wissensch. Zoo 36. Bd., 1881, S. 196, Taf. 11, Fig. 19.

[2] Ebendas. Taf. 11, Fig. 18.

keine Stachelanlagen zu sehen. Am Mundskelet beginnen die Zähne eben aufzutreten, während die Mundpapillen noch ganz fehlen. Die Seitenmundschilder reichen wie bei *Amphiura squamata* bis zum Scheibenrande und stossen dort an das schon erwähnte junge Mundschild.

2. Bei einem Scheibendurchmesser von $0^{\mathrm{mm}}.7$ ragen die jungen Arme schon in einer Länge von $0^{\mathrm{mm}}.33$ aus der Scheibe hervor. Sie bestehen ausser dem nun schon röhrenförmigen Terminalstück aus zwei Gliedern, von denen auch das erste noch vollständig ausserhalb der Scheibe liegt. Jedes Armglied hat schon ein Ventralschild entwickelt und die Seitenschilder des ersten Gliedes tragen jetzt auch schon einen jungen Stachel, der sich von den jungen Stacheln der beiden *Ophiactis*-Arten dadurch unterscheidet, dass er nicht hakenförmig, sondern einfach zugespitzt endigt. Ebenso verhalten sich auch alle später auftretenden Armstacheln. Auf jedem Seitenmundschild ist neben dem äusseren Mundfüsschen eine kleine Gitterplatte angelegt, die zur äusseren Mundpapille wird; dagegen fehlt noch immer die innere Mundpapille, die beim erwachsenen Thiere wie eine Zahnpapille auf dem inneren Ende eines jeden Mundeckstückes steht.

3. In dem nächsten Stadium, das mir vorliegt, ist der Scheibendurchmesser auf $1^{\mathrm{mm}}.22$ gestiegen und die Arme bestehen aus elf Gliedern, von denen das erste bis an seine Stacheln in die Scheibe eingerückt ist. Sowohl das erste als auch die nächstfolgenden Armglieder sind auf ihren Seitenschildern nun schon mit zwei jungen Stacheln ausgerüstet. Tentakelschuppen kann ich aber an den Armgliedern noch nicht wahrnehmen. Die Mundschilder gehören nun schon so vollständig der Bauchseite an, dass nach aussen von ihnen ein verhältnissmässig grosses ventrales Interbrachialfeld zu Stande gekommen ist, das von einer grösseren Anzahl kleiner Kalkplatten eingenommen wird. Ferner ist die innere Mundpapille nunmehr deutlich angelegt.

4. Es folgt ein Stadium von $1^{\mathrm{mm}}.45$ Scheibendurchmesser. Da die Armenden abgebrochen sind, liess sich die Zahl der Armglieder nicht feststellen. Ausser dem ersten Gliede ist nun auch schon das zweite fast ganz in die Scheibe eingetreten. Das erste und zweite tragen jederseits drei, das dritte und vierte jederseits vier, das fünfte, sechste u. s. w. jederseits drei und schliesslich nur zwei junge Stacheln. Auch hier liess sich feststellen, dass der oberste Stachel eines jeden Gliedes jünger ist als der zweitoberste, dieser wieder jünger als der drittoberste u. s. w.

5. Das grösste der jungen Thiere besitzt bei einem Scheibendurchmesser von $1^{\mathrm{mm}}.5$ eine Armlänge von $3^{\mathrm{mm}}.3$. Man zählt ungefähr

zwanzig Armglieder, von denen das erste jetzt erst die Anlage einer Tentakelschuppe erkennen lässt. Sonst stimmt dieses Exemplar mit dem vorigen ganz überein.

IV. *Amphiura patagonica* (Ljungman).

Bei der nahen Verwandtschaft dieser Art mit der kosmopolitischen *Amphiura squamata* (Delle Chiaje) war zu vermuthen, dass sie gleich dieser lebendiggebärend sei. Doch konnte ich weder an dem von Plate bei Juan Fernandez[1] gefundenen Exemplare noch auch an einem kleinen Exemplare des Hamburger Museums[2] zu einem Entscheid über die Richtigkeit jener Vermuthung kommen. Erst als ich in der Ausbeute der schwedischen Expedition nach den Magalhaens-Ländern die Art wiederfand, glückte es mir, in den Bruttaschen (= Bursae) zweier Individuen im Ganzen acht junge in sehr ungleichem Alter stehende Thiere anzutreffen.

Damit erhöht sich die Zahl der bis jetzt bekannten lebendiggebärenden Ophiuren auf neun. In der folgenden Zusammenstellung sind dieselben nach den Jahren geordnet, in denen die Viviparität der Art entdeckt worden ist; hinter der Jahreszahl ist der Autor genannt, dem wir die erste Angabe über die Brutpflege der betreffenden Art verdanken.

1. 1842 Quatrefages: *Amphiura squamata* (Delle Chiaje).
2. 1870 Ljungman: *Ophiacantha vivipara* Ljungman.
3. 1871 G. O. Sars: *Ophiacantha anomala* G. O. Sars.
4. 1875 Lyman: *Ophiacantha marsupialis* Lyman.
5. 1875 Lyman: *Amphiura magellanica* Ljungman.
6. 1876 Studer: *Ophiomyxa vivipara* Studer.
7. 1878 Lyman: *Ophiacantha imago* Lyman.
8. 1880 Studer: *Ophioglypha hexactis* E. A. Smith.
9. 1899 Ludwig; *Amphiura patagonica* (Ljungman).

Nicht weniger als sieben von diesen neun viviparen Arten gehören in die Familie der Amphiuriden, nämlich vier *Ophiacantha*-Arten (*O. vivipara, anomala, marsupialis, imago*) und drei *Amphiura*-Arten (*A. squamata, patagonica, magellanica*); eine Art, *Ophioplypha hexactis*, repraesentirt die mit den Amphiuriden nahe verwandte Familie der Ophiolepididen; *Ophiomyxa vivipara* dagegen steht im System weiter abgerückt bei den Ophiomyxiden. Unter den übrigen Familien (Ophio-

[1] Ophiuren der Sammlung Plate, Zool. Jahrbücher, Supplement IV (Fauna chilensis) 1898, S. 764.

[2] Ophiuroideen der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise, Hamburg 1899, S. 11.

dermatiden, Ophiocomiden, Ophiotrichiden, Astrophytiden) kennen wir bis jetzt keinen einzigen Fall von Viviparität.

Geographisch vertheilen sich die lebendiggebärenden Ophiuren beim heutigen Stande unserer Kenntnisse so, dass weitaus die meisten (sieben) den antarctischen und subantarctischen Meeresgebieten angehören, während in den nördlichen Meeren nur zwei, *Amphiura squamata* und *Ophiacantha anomala*, vorkommen.

Kehren wir aber nach dieser kleinen Abschweifung über die lebendiggebärenden Arten überhaupt zu den Jungen der *Amphiura patagonica* zurück, so muss ich leider gleich bemerken, dass von den acht jungen Thieren sich vier in einem so schlechten Erhaltungszustande befanden, dass sie für die Untersuchung so gut wie unbrauchbar waren. An den vier übrigen liess sich wenigstens das Folgende feststellen:

1. Dass jüngste Exemplar hat einen Querdurchmesser von $0^{mm}.24$; die Armanlagen ragen kaum über den Scheibenrand hervor; der Rücken der Scheibe ist aus fünf grossen primären Radialplatten gebildet; ob zwischen ihnen in der Scheibenmitte eine Centralplatte angelegt ist, konnte ich nicht bestimmt erkennen, weil das Thierchen beim Herauspraepariren verletzt worden war. Auch an der Bauchseite liess sich nur so viel sehen, dass keine wesentlichen Unterschiede von gleich jungen Individuen der *Amphiura sqamata* vorhanden sind.

2. Das nächstalte Exemplar hat einen Scheibendurchmesser von $0^{mm}.33$, und die jungen Arme ragen in einer Länge von $0^{mm}.073$ über den Scheibenrand hervor. In der Dorsalansicht entspricht das junge Thier völlig dem Stadium der *A. squamata* (Scheibendurchmesser $0^{mm}.25$), das ich in meiner früheren Abhandlung[1] in Fig. 19 abgebildet habe. Der Scheibenrücken ist wie dort aus einem Centrale und fünf Radialia gebildet; die jungen Mundschilder und Seitenmundschilder reichen noch theilweise auf den Rücken hinauf. Die Ventralansicht zeigt dieselben Verhältnisse, wie ich sie in Fig. 18 der eben angeführten Abhandlung von *A. squamata* dargestellt habe; doch fehlen noch die dort schon vorhandenen und in jener Figur mit *Ad* 4 bezeichneten Anlagen der Seitenplatten des zweiten Armgliedes.

3. Die beiden anderen näher untersuchten jungen Exemplare sind erheblich älter. Ihr Scheibendurchmesser misst $0^{mm}.9-1^{mm}$ und an ihren Armen zählt man bereits 12–13 Glieder, von denen das erste ganz in die Scheibe eingerückt ist. Jederseits tragen die proximalen Armglieder drei, die distalen zwei Stacheln, die niemals hakenförmig, sondern stets zugespitzt endigen. Die Bewaffnung der Mundwinkel besteht wie beim alten Thiere jederseits aus zwei kleineren und nach

[1] Zeitschr. f. wissensch. Zool. 36. Bd., 1881, Taf. 11.

aussen davon einer grösseren breiteren Mundpapille. Dagegen kann ich auch an den ersten Armgliedern noch keine deutlichen Anlagen von Tentakelschuppen wahrnehmen. Der Rand der Scheibe wird in jedem Interradius von drei Platten gebildet, die sich beim alten Thiere bis auf sieben oder acht vermehren. Auf dem Scheibenrücken stösst an dem einzigen dafür brauchbaren Exemplare an die Centralplatte ein Kranz von acht Platten an, von denen fünf die primären Radialplatten zu sein scheinen. Nach aussen von ihnen sind die fünf Paar Radialschilder deutlich unterscheidbar, aber die interradialen Bezirke des Scheibenrückens bieten eine ganz regellose Plattenanordnung dar. Das ist um so auffallender, als ich früher bei *A. squamata* auch noch in ziemlich späten Stadien einen regelmässigen Aufbau des Scheibenrückens angetroffen hatte (vergl. Fig. 24 der angeführten Abhandlung).

V. *Ophiacantha vivipara* Ljungman.

Trotzdem die Viviparität dieser antarktischen Art schon vor fast dreissig Jahren durch Ljungman entdeckt und später durch Studer, W. Thomson und Lyman genauer festgestellt worden ist, besitzen wir bis heute noch keinerlei nähere Beobachtungen über den Bau der jungen Thiere. Nur bei Thomson findet sich die kurze Bemerkung, dass die Entwickelung eine directe ist. Seine irrthümliche Ansicht, dass die Leibeshöhle als Brutraum diene, ist bereits durch Studer und Lyman widerlegt, die Beide sich davon überzeugten, dass es die Bursae sind, welche die Jungen beherbergen.

Bei der Bearbeitung der Ophiuroideen der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise[1] kamen mir drei Exemplare in die Hand, die östlich von Patagonien gesammelt sind und sich alle drei im Zustande der Brutpflege befinden. Die Jungen liegen zum Theil noch in den Bursae, aus denen ich im Ganzen elf Stück herauspraeparirte, zum Theil (sechs Stück) sitzen sie äusserlich auf den alten Thieren, indem sie sich auf dem Scheibenrücken und den Armen derselben festhalten, wie das Thomson ganz zutreffend beschrieben und abgebildet hat. Nach ihm sollen die kleinsten der aussen aufsitzenden Jungen einen Scheibendurchmesser von 1^{mm}5 haben. Ich finde aber, dass man noch erheblich grössere Exemplare, bis zu einem Scheibendurchmesser von annähernd 2^{mm}5, im Inneren der Bruttaschen antrifft. Daraus folgt, dass das Auskriechen aus den Bursae nicht constant bei einer bestimmten Grösse des jungen Thieres, sondern bald früher, bald später erfolgt.

Unter den siebzehn jungen Thieren, die mir vorliegen, haben fünfzehn die normale Siebenzahl der Arme; die zwei anderen aber sind

[1] Hamburg 1899, S. 13–15.

achtarmig. Der achte Arm ist ebenso weit entwickelt wie die sieben anderen, und auch der zugehörige Abschnitt des Mundskeletes unterscheidet sich in nichts von dem übrigen Aufbau des Peristoms. Man wird also annehmen müssen, dass der achte Arm nicht secundär eingeschoben, sondern gleichzeitigen Ursprunges mit den sieben anderen Armen ist.

1. Das jüngste Stadium wird durch drei Exemplare repraesentirt, deren Scheibendurchmesser (= D) erst 0^{mm}.67 und deren Armlänge (= A) erst 0^{mm}.49 misst; also $D : A = 1 : 0.73$. Es sind nur zwei Armglieder vorhanden, von denen das erste jetzt noch ganz ausserhalb der Scheibe liegt. Dem eben erst angelegten zweiten Armgliede fehlt noch das Ventral- und das Dorsalschild. Das Ventralschild des ersten Armgliedes ist viel kleiner als das zum Mundskelet gehörige. Das Terminalstück der Arme ist ventral noch nicht völlig geschlossen, sondern durch eine schmale mediane Längsspalte geöffnet, die erst später zum Verschluss kommt. Die Seitenschilder des ersten Armgliedes tragen zwei, diejenigen des zweiten Armgliedes aber erst einen einzigen jungen Stachel, der sich wie bei anderen Ophiuren aus vier (einem axialen und drei peripherischen) durch zahlreiche Querbrücken verbundenen Längsstäben aufbaut und von der späteren inneren Höhlung des fertigen Stachels noch nichts erkennen lässt. Am freien Ende sind die jungen Stacheln jetzt wie in den späteren Stadien niemals hakenförmig. Tentakelschuppen sind an beiden Armgliedern noch nicht zur Anlage gelangt.

Das junge Mundskelet besitzt an jeder Mundecke erst eine einzige Zahnanlage, die mit der Gestalt eines jungen Stachels völlig übereinstimmt. Von den drei Mundpapillen, die das erwachsene Thier jederseits an jeder Mundecke trägt, fehlen die beiden dem Munde zunächst gelegenen noch durchaus, während die dritte (die später äusserste) schon angelegt ist. Die jungen Mundschilder liegen am Rande der Ventralseite und reichen mit ihrem aboralen Bezirke bis auf den Randtheil des Scheibenrückens. Auf dem Rücken der Scheibe habe ich mich vergeblich bemüht, eine regelmässige Anordnung der Skeletstücke ausfindig zu machen. Die ganze Rückenhaut ist von etwa 28 abgerundeten, ziemlich gleich grossen, gegitterten Kalkplatten besetzt, unter denen man zwar eine central gelegene unterscheiden kann, in deren Umkreis aber radial und interradial gelegene Platten sich in regelloser Weise zu zwei concentrischen Kreisen neben einander legen. Über diesen Platten der Rückenhaut bemerkt man auch schon die Anlage einiger Granula, die wie junge Stachelchen aussehen, jetzt aber noch nicht wie beim alten Thiere stumpf endigen, sondern in drei divergirende Endspitzen auslaufen.

2. Das nächstalte junge Thierchen ist schon mehr als doppelt so gross; sein Scheibendurchmesser beträgt 1^{mm}.59, seine Armlänge 1^{mm}.75:

also $D:A = 1:1.1$. Der Arm besteht aus sieben Gliedern und dem Terminalstück, das sich nunmehr zu einer nur noch an den Enden offenen Röhre geschlossen hat. Das erste Armglied ist bis an seine Stacheln, deren jetzt jederseits vier vorhanden sind, in die Scheibe eingerückt. An den drei bis vier ersten Armgliedern sind die Öffnungen für die Füsschen von einer jungen Tentakelschuppe überdeckt. An den Mundecken hat sich die Zahl der jungen stachelförmigen Zähne auf drei vermehrt. Zu der äussersten der drei Mundpapillen des alten Thieres, die schon im vorigen Stadium vorhanden war, ist nun auch die innerste (adorale) hinzugekommen; dagegen fehlt meistens noch die mittlere; aber auch sie ist bereits an zwei Mundeckstücken angelegt. Die Mundschilder gehören jetzt vollständig der Ventralseite an. Nach aussen von ihnen liegen einige Gitterplättchen, die ganz mit den nun schon immer zahlreicher gewordenen Platten des Scheibenrückens übereinstimmen.

3. Es folgt ein Stadium von $2^{mm}.04$ Scheibendurchmesser und $2^{mm}.54$ Armlänge; $D:A = 1:1.24$. Die Zahl der Armglieder beträgt acht (immer ohne Mitzählung des Terminalstückes); das erste Glied gehört jetzt ganz der Scheibe an. Das erste bis fünfte Glied tragen jederseits vier, das sechste und siebente Glied drei und das achte Glied zwei Stacheln. Tentakelschuppen sind an allen Armgliedern mit Ausnahme des letzten (jüngsten) vorhanden. Zwischen oder unter den zahlreichen Gitterplatten des Scheibenrückens lassen sich die späteren Radialschilder noch nicht erkennen. Die Granula des Rückens haben noch die jugendliche, am Ende in drei Spitzen aus einander fahrende Gestalt. Über den Gitterplatten der ventralen Interbrachialfelder sind aber noch keine Granula angelegt. Die Zahl der Zähne ist noch dieselbe wie vorhin. Die Mundpapillen jedoch sind nunmehr überall in der für das alte Thier charakteristischen Dreizahl vorhanden.

4. Mit dem eben besprochenen jungen Thiere stimmt im Wesentlichen ein etwas grösseres achtarmiges Exemplar überein, das schon zehn Armglieder besitzt. Sein Scheibendurchmesser misst $2^{mm}.23$, seine Armlänge $2^{mm}.86$; $D:A = 1:1.28$.

5. Alle vorhin erwähnten Exemplare waren den Bursae entnommen. Von den ausgeschlüpften, auf der Dorsalseite der alten Thiere sitzenden Jungen wählte ich die grössten zur Untersuchung aus. Zunächst ein Exemplar von $3^{mm}.67$ Scheibendurchmesser und $7^{mm}.52$ Armlänge; $D:A = 1:2.05$. Die Zahl der Armglieder hat sich auf zwanzig vermehrt, von denen nicht nur das erste, sondern auch das zweite im Bereiche der Scheibe liegen. Im proximalen Armabschnitt tragen die Seitenschilder nun schon sechs Stacheln. Alle Armglieder haben

jederseits eine Tentakelschuppe. In der Scheibenrückenhaut übergreifen sich die Gitterplättchen dachziegelig in der Richtung nach der Peripherie der Scheibe und tragen meistens je ein Granulum, das nun schon am freien Ende vieldornig und zugleich stumpf abgerundet gestaltet ist. Auch über den Gitterplättchen der ventralen Interbrachialfelder sind einzelne junge Granula aufgetreten. An den Mundecken ist die Zahl der langstachelförmigen Zähne auf vier gestiegen.

6. Das grösste der mir vorliegenden Jungen endlich hat einen Scheibendurchmesser von 4^{mm} und eine Armlänge von $9^{mm}.5$; $D:A = 1:2.37$. Es sind dreiundzwanzig Armglieder vorhanden, davon die beiden ersten in der Scheibe. An den grösseren Stacheln der Armglieder ist ein innerer Hohlraum deutlich zu erkennen. Sonst verhält sich das Exemplar wie das vorige.

VI. *Ophiomyxa vivipara* Studer.

Ausser den schon in meiner Abhandlung über die Ophiuren der Sammlung Plate[1] beschriebenen Jungen dieser Art sind mir später auch noch von anderen Fundorten eine ziemliche Anzahl in die Hände gelangt, so aus einem Exemplare, das Hr. Dr. Michaelsen im Beagle Channel am Strande bei Uschuaia gesammelt hat[2], und aus zwei Exemplaren, die von der schwedischen Expedition nach den Magalhaens-Ländern von Cap Valentyn (im östlichen Theil der Magalhaens-Strasse) aus 100 Faden Tiefe heimgebracht worden sind. Leider befinden sich aber alle diese Jungen auf ganz denselben Entwickelungsstadien wie die früher untersuchten, so dass ich meine Hoffnung auf jüngere Stadien enttäuscht sah. Ich verzichte deshalb auf die damals in Aussicht gestellte abermalige und ausführlichere Schilderung derselben und beschränke mich auf den Hinweis auf die frühere Mittheilung.

[1] Zoolog. Jahrbücher, Supplement IV (Fauna chilensis) 1898, S. 772—775.

[2] Ophiuroideen der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise, Hamburg 1899, S. 16.

Über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen.

Von Dr. G. Lüdeling
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. von Bezold.)

Hierzu Taf. II.

In einer früheren Abhandlung »Über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen«[1] zeigte ich, welchen hohen Werth die seiner Zeit von Gauss erdachten, später von verschiedenen Forschern gebrauchten, wohl aber erst nach der von Hrn. von Bezold vorgenommenen Modification zu ihrer vollen Bedeutung gebrachten Vectordiagramme[2] bei Untersuchung dieser Frage besitzen. Es fand sich, dass auf der Nordhemisphaere in Breiten, welche nördlich von 40° liegen, ohne deshalb schon zur eigentlichen Polarregion zu gehören, die Diagramme für die mittleren Sommermonate Juni/Juli im Sinne des Uhrzeigers durchlaufen werden, wie es auch den von Hrn. von Bezold gegebenen Typen[3] entspricht. An den Polarstationen hingegen führt der Radiusvector eine linksdrehende Bewegung aus, wenn man alle Tage berücksichtigt. Betrachtet man nun aber nur störungsfreie Tage, so wird auch hier die Bewegung eine rechtsdrehende, wie bei den Stationen der mittleren Breiten. Schon Lloyd hatte gefunden[4], dass bei den letzteren die Richtung der die tägliche Variation bedingenden horizontalen Kraft überall in demselben Sinne wechselt, und zwar derart, dass der Punkt, nach dem sie gerichtet ist, stets dem Gange der Sonne folgt, bez. ihr vorauseilt. Dies Gesetz finden wir also auch an den Polarstationen bestätigt, sobald man hier nur die Variationen an magnetisch ungestörten Tagen der Betrachtung zu Grunde legt. Es schien daher auch der Schluss wohl berechtigt, »dass der von den Störungen befreite Theil der täglichen Variation

[1] Sitzungsberichte der Königl. Preuss. Akad. der Wissensch. 1898, S. 524—530.
[2] Sitzungsberichte der Königl. Preuss. Akad. der Wissensch. 1897, S. 414—449.
[3] Sitzungsberichte der Königl. Preuss. Akad. der Wissensch. 1897, Taf. II.
[4] Lloyd, Treatise on magnetism, p. 189.

des Erdmagnetismus wenigstens zu einem nicht unerheblichen Bruchtheil auf die Wirkung eines in sich unveränderlichen, die Erde im Laufe des Tages umkreisenden Kräftesystems zurückzuführen ist«, wie schon Hr. SCHUSTER[1] angenommen hatte.

In der vorhin erwähnten Abhandlung führt Hr. VON BEZOLD nun des Weiteren aus, dass man sich die in einem gegebenen Momente beobachteten magnetischen Elemente aus drei Theilen zusammengesetzt denken kann:

1. Aus dem constanten Theile, d. h. dem mittleren Werthe für den betreffenden Tag bez. für den betreffenden Monat,
2. aus der normalen Variation und
3. aus demjenigen Theile, der durch die »Störungen« bedingt ist und der in Verbindung mit der normalen Variation die thatsächlich beobachtete tägliche Variation ergiebt.

Unter »Störungen« werden hier nur die mehr oder weniger erheblichen Abweichungen von dem normalen täglichen Gange verstanden, wie auch Hr. WILD[2] seiner Zeit bei den Verhandlungen der internationalen Polarcommission vorschlug.

Offenbar ist es nun für die ganze Frage der täglichen Periode des Erdmagnetismus von grosser Bedeutung, auch diesen dritten Theil etwas genauer zu untersuchen, um zu erfahren, ob auch hier gewisse Gesetzmässigkeiten vorliegen und welcher Art dieselben sind.

Da man bei Lösung dieser Aufgabe auf eine Zerlegung der erdmagnetischen Kräfte kommt, so empfiehlt es sich ganz von selbst, hier wieder statt der Declination und Horizontal-Intensität die Componenten in der horizontalen Ebene, X und Y zu betrachten, weil bei dieser Darstellungsweise eine Zusammensetzung bezw. Zerlegung der Kräfte durch einfache Addition bez. Subtraction der der Zeit nach zusammengehörigen Werthe erfolgt.

Bedeuten nun

X die Nord-Süd-Componente,
Y die Ost-West-Componente, wobei die Richtungen nach Nord und Ost positiv gerechnet sind,
ΔX und ΔY die Variationen dieser Componenten nach den Beobachtungen an allen Tagen,
ΔX_d und ΔY_d die Variationen derselben an störungsfreien Tagen,

so ist

$$\Delta X_s = \Delta X - \Delta X_d$$

[1] Phil. Trans. of the Royal Society of London, vol. 130 *A*, p. 467—518.

[2] H. WILD, Mittheilungen der internationalen Polarcommission, Nr. 98, S. 254. St. Petersburg 1884.

offenbar die störende Kraft in der Nord-Süd-Componente, und

$$\Delta Y_s = \Delta Y - \Delta Y_d$$

diejenige für die Ost-West-Componente.

Hierbei ist jedoch noch ausdrücklich hervorzuheben, dass im Folgenden unter diesen Bezeichnungen niemals die Werthe für einen bestimmten Augenblick, sondern die »Mittelwerthe« für bestimmte Tagesstunden aus einem später genau angegebenen längeren Zeitraum verstanden sind.

Soweit mir bekannt, ist die Frage nach dem Verhalten dieser störenden Kräfte bisher nur gelegentlich anderer, grösserer Untersuchungen nebenbei gestreift worden.[1] Abgesehen davon, dass die Darstellungsweise dabei überall eine von der hier einzuschlagenden mehr oder weniger verschiedene ist, wurde gewöhnlich auch nur eine einzelne Station betrachtet. Es ist jedoch sehr wesentlich, zur Untersuchung dieses Gegenstandes gleichzeitige Beobachtungen einer grösseren Anzahl von Stationen heranzuziehen, besonders auch aus dem Polargebiet. Ich habe daher nach dem in den Polarwerken von 1882/83 enthaltenen Beobachtungsmaterial die störenden Kräfte für 11 Stationen berechnet, und zwar zunächst wieder für die beiden mittleren Sommermonate Juni/Juli, in denen die tägliche Variation auf der nördlichen Halbkugel am grössten ist, wie in den betreffenden Polarwerken selbst wurde jedoch auch hier für die Ableitung des normalen Ganges bei Cap Thordsen noch der August, bei Jan Mayen der Mai mit hinzugezogen.

Die Berechnungen erstreckten sich auf folgende, auch ihrer Lage nach bezeichneten Stationen. Da es für die Untersuchung mancher Fragen eine grosse Erleichterung bedeutet, die Länge in Zeitmaass anzugeben, so sind die entsprechenden Werthe hinzugefügt worden.

	ϕ	λ	
Cap Thordsen	78° 28'.4 N	15° 42'.2 E	1h 2m.8 E von Greenwich
Ssagastyr	73 22.8	126 36.0 E	8 26.4 E
Nowaja Semlja	72 22.6	52 36.1 E	3 30.4 E
Point Barrow	71 17.7	156 39.8 W	10 26.7 W
Jan Mayen	70 59.8	8 28.1 W	0 33.9 W
Bossekop	69 57.5	23 14.8 E	1 33.0 E
Sodankylä	67 54.5	26 36.1 E	1 46.4 E
Kingua Fjord	66 35.7	67 19.3 W	4 29.3 W
Godthaab	64 10.8	51 41.5 W	3 26.8 W
Fort Rae	62 38.9	115 43.8 W	7 42.9 W
Pawlowsk	59 41.2	30 29.0 E	2 1.9 E

Für sechs dieser Stationen (Cap Thordsen, Jan Mayen, Bossekop, Sodankylä, Godthaab und Pawlowsk) ist das zur Bildung der störenden

[1] Lloyd, Treatise on magnetism, p. 212 ff. — Liznar, Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. CI. — Met. Zeitschr. 1893, S. 375 ff. — Solander, observations faites au Cap Thordsen, Spitzberg, par l'expédition suédoise. Tome I, magnétisme terrestre. Stockholm 1888, p. 231. — Ellis, Philosophical Magazine 1891, Januarheft.

Kräfte für Juni/Juli 1883 erforderliche Material bereits vollständig in meiner früheren Abhandlung S. 527 enthalten, so dass ich bezüglich dieser Stationen auf die dort gemachten Angaben und Bemerkungen verweisen kann. Für Fort Rae lag das Material auch ziemlich fertig vor, da sich in dem betreffenden Polarwerke bereits Angaben über Normaltage finden. Für Ssagastyr, Nowaja Semlja, Point Barrow und Kingua Fjord habe ich jedoch den normalen Gang selbst berechnet, und zwar liegen hier die von WILD[1] seinerzeit vorgeschlagenen Normaltage zu Grunde.

Im Übrigen ist bei diesen Berechnungen ganz verfahren wie von P. A. MÜLLER[2] bei dessen Untersuchungen »über den normalen Gang und die Störungen der erdmagnetischen Elemente in Pawlowsk«, d. h. es wurde zunächst aus den stündlichen Werthen der Normaltage das arithmetische Mittel für jede Stunde gebildet, danach der tägliche Gang berechnet und auf Coordinaten-Papier aufgetragen. Zeigten sich in dieser Curve noch sehr grosse Zacken, so wurde zunächst nachgesehen, welche Ursachen sie bedingten. Je nachdem wurde der betreffende Tag, falls er sich als allzu gestört zeigte, ganz ausgeschlossen, oder aber es wurde durch graphische Interpolation ein möglichst continuirlicher Verlauf der Curve hergestellt. Die ganze Frage, auf welche Weise man am besten zu wirklich einwandsfreien normalen Werthen gelangt, ist wohl noch nicht hinreichend geklärt. Eine gründliche Untersuchung derselben wäre um so wünschenswerther, als sich immer mehr zeigt, welche Bedeutung eine genaue Kenntniss der normalen Verhältnisse hat. Da es mir hier aber weniger auf eine ganz strenge Ableitung des normalen Ganges ankam, als vielmehr darauf, die ungefähre Abweichung des letzteren von dem Gange nach allen Tagen und einen etwaigen gleichmässigen Verlauf dieser Abweichungen bei den verschiedenen Stationen festzustellen, so habe ich auf die Berechnung der Normaltage nur so viel Sorgfalt verwendet, als für den genannten Zweck erforderlich war. Beansprucht schon diese Rechenarbeit sehr viel Zeit, so würde ein Weiteres noch ungleich mehr erfordert und die gestellte Aufgabe doch kaum erheblicher gefördert haben.

Als Normaltage liegen zu Grunde für:

Cap Thordsen:	Juni	4, 5, 10, 12, 15,
	Juli	3, 4, 12, 20, 21, 22, 23, 28,
	August	4, 9, 10, 16, 17, 20, 24, 25, 26;
Ssagastyr:	Juni	4, 5, 10, 11, 12, 15,
	Juli	3, 20, 21, 22, 23, 28;

[1] H. WILD, Mittheilungen der internationalen Polarcommission, Nr. 97, S. 211. St. Petersburg 1884.

[2] Rep. f. Meteorologie, Bd. X, Nr. 3, S. 3. St. Petersburg 1887.

Nowaja Semlja:	Juni	4, 5, 10, 11, 12, 15,
	Juli	3, 20, 21, 22, 23, 29;
Point Barrow:	Juni	4, 5, 10, 11, 12, 15,
	Juli	3, 4, 20, 21, 22, 23, 28;
Jan Mayen:	Mai	7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15,
	Juni	4, 5, 11, 12, 15, 16, 21, 29,
	Juli	2, 9, 21, 22, 23, 28;
Bossekop:	Juni	5, 11, 15,
	Juli	21, 28, 29;
Sodankylä:	Juni	4, 5, 11, 15,
	Juli	21, 28, 29;
Kingua Fjord:	Juni	4, 5, 10, 11, 12, 15,
	Juli	3, 4, 12, 20, 21, 22, 23, 28;
Godthaab:	Juni	4, 5, 11, 15,
	Juli	21, 22, 23, 28;
Fort Rae:	Juni	4, 5, 11, 15,
	Juli	21, 22, 23, 28, 29;
Pawlowsk:	Juni	4, 5, 10, 11, 12, 15,
	Juli	3, 4, 12, 20, 21, 22, 23, 28.

Componenten der störenden Kräfte in der täglichen

	Cap Thordsen $\delta_\mu = -12°38'.6$ $H_\mu = 0.08914$		Ssagastyr $\delta_\mu = 4°44'.6$ $H_\mu = 0.07182$.		Nowaja Semlja $\delta_\mu = 14°57'.9$ $H_\mu = 0.10766$		Point Barrow $\delta_\mu = 35°27'.0$ $H_\mu = 0.08941$		Jan Mayen $\delta_\mu = -29°49'.1$ $H_\mu = 0.09769$	
M. O. Z.	ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s
1ª	− 8	+13	− 8	−16	−52	+11	− 7	−23	−34	+34
2	− 9	+17	−33	−11	−58	+16	−10	− 9	−51	+40
3	− 5	+28	−49	− 5	−61	+19	0	− 9	−65	+56
4	−11	+44	−54	+ 4	−37	+18	+16	− 8	−43	+49
5	−17	+47	−48	+16	−24	+14	− 5	− 8	−32	+49
6	−13	+44	−35	+12	−16	+ 9	−50	− 5	−14	+37
7	+ 8	+26	−13	+12	− 7	+ 3	−68	− 4	+ 2	+24
8	+32	+16	−21	+ 6	+16	+ 1	−73	0	− 7	+24
9	+36	+15	−17	+ 1	+24	+ 2	−60	+ 8	+ 8	+10
10	+59	+ 4	−14	− 3	+25	+ 3	−19	+ 3	+26	+ 8
11	+67	+17	− 4	+ 8	+20	+ 6	− 4	+ 6	+47	− 2
Mittag	+57	+ 1	+ 5	+10	+10	− 1	+ 6	+ 4	+51	− 6
1	+34	0	+ 7	+ 7	+19	− 1	+13	+12	+72	−13
2	+12	− 9	+17	+ 9	+45	0	+10	+24	+60	−29
3	+ 4	−19	+30	+11	+40	− 5	+15	+21	+70	−47
4	−14	−43	+41	+12	+31	−10	+27	+17	+62	−46
5	−25	−36	+43	+10	+39	−10	+33	+13	+ 7	−36
6	−47	−37	+42	+10	+53	−11	+36	+11	+ 6	−4[illegible]
7	−35	−34	+56	+ 8	+38	−13	+42	+15	−20	−[illegible]
8	−45	−33	+49	− 3	+20	−17	+44	+ 5	−42	−[illegible]
9	−29	−24	+26	−14	− 8	−18	+42	− 6	−50	−[illegible]
10	−25	−25	+19	−18	−25	−15	+26	−15	−19	−[illegible]
11	− 9	−12	− 2	−23	−49	− 6	+ 1	−23	−21	+[illegible]
Mittern.	− 8	− 6	−31	−34	−45	+ 9	− 6	−32	−27	+[illegible]

In der nachfolgenden Tabelle findet sich nun eine Zusammenstellung der störenden Kräfte in der täglichen Variation des Erdmagnetismus in der horizontalen Ebene, ΔX_s und ΔY_s. Die Zahlen drücken Einheiten der 5. Decimale C. G. S. aus.

δ_μ und X_μ bedeuten die aus den Normaltagen sich ergebenden absoluten Werthe der Declination und Horizontal-Intensität. Dabei ist die westliche Declination negativ gerechnet.

Die Stunden geben überall mittlere Ortszeit an.

Man ersieht aus dieser Tabelle sofort, dass sich sowohl in den Reihen der ΔX_s wie der ΔY_s ein deutlich ausgeprägter täglicher Gang befindet, wenn auch die Maxima und Minima nicht überall zu derselben Zeit eintreten. Fast alle Stationen haben das Eine gemein, dass der grösste Werth von ΔX_s immer in den Nachmittags- oder frühen Abendstunden erreicht wird, während der Minimalwerth, d. h. der grösste negative Werth, auf die Vormittagsstunden trifft. Nur Kingua Fjord verhält sich ganz anders und auch bei Cap Thordsen

Variation in Einheiten der fünften Decimale von C. G. S.

Bossekop		Sodankylä		Kingua Fjord		Godthaab		Fort Rae		Pawlowsk	
$\delta_\mu = -4°2'.0$		$\delta_\mu = -1°28'.5$		$\delta_\mu = -71°59'.7$		$\delta_\mu = -57°24'.2$		$\delta_\mu = 40°15'.7$		$\delta_\mu = -0°42'.1$	
$H_\mu = 0.12099$		$H_\mu = 0.13358$		$H_\mu = 0.06389$		$H_\mu = 0.09694$		$H_\mu = 0.07679$		$H_\mu = 0.16389$	
ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s	ΔX_s	ΔY_s
−69	+25	−59	+17	+23	−17	− 3	− 8	+ 6	−21	− 3	+4
−78	+24	−52	+10	+22	−13	+ 4	− 7	− 3	−23	+ 2	+3
−92	+37	−45	+11	+24	−11	− 1	− 1	−22	−26	+ 1	−1
−62	+27	−32	+ 7	+26	− 9	− 6	+16	−42	−28	− 2	+1
−38	+16	−22	+ 2	+21	+ 7	− 8	+26	−42	−24	− 2	−4
−19	+ 3	−13	− 2	+28	+13	−34	+51	−52	−24	− 2	−4
0	+ 3	− 2	0	+15	+23	−32	+61	−80	−11	− 3	−2
+ 6	0	+ 1	− 1	+16	+34	−15	+43	−89	− 4	− 3	−2
+ 9	0	+ 1	+ 1	+ 7	+40	− 3	+36	−66	+ 2	− 5	0
+17	+ 2	+ 5	+ 5	+11	+53	+14	+31	−36	+10	− 5	−1
+15	+ 1	+ 5	+ 5	+15	+61	+37	+30	− 3	+13	− 7	0
+36	− 1	+16	+ 3	+ 4	+61	+81	+32	+12	+27	− 3	−3
+55	− 4	+21	− 1	−28	+39	+86	+11	+24	+37	− 2	−2
+60	−12	+36	− 7	−56	+12	+35	+ 5	+42	+40	+ 1	−3
+69	−20	+42	−10	−56	− 4	+10	− 3	+58	+42	+ 5	−2
+75	−23	+48	−15	−36	− 8	−26	−21	+56	+36	+ 8	−3
+89	−31	+60	−14	−40	−22	−30	−20	+61	+28	+13	−1
+73	−29	+47	−16	−29	−35	−32	−36	+55	+18	+ 7	0
+48	−32	+40	−16	−12	−43	−27	−51	+38	− 2	+ 7	+2
+27	−25	+16	−11	− 5	−49	−18	−51	+36	− 7	+ 3	+1
−12	− 8	− 9	− 1	+ 2	−45	−13	−49	+28	−16	+ 2	+4
−43	− 1	−19	+ 1	+14	−35	−10	−42	+ 5	−26	− 2	+4
−62	+13	−37	+10	+14	−28	0	−32	+ 2	−29	− 4	+5
−80	+26	−48	+13	+15	−20	− 9	−12	0	−18	− 5	+3

zeigt sich besonders bezüglich des Minimums eine stärkere Abweichung.

Ungleich interessanter gestaltet sich jedoch eine Discussion dieser Zahlen, wenn man nach ihnen in der bekannten Weise die »Vectordiagramme der störenden Kräfte« construirt (s. Taf. II).

Aus dieser Tafel, in die jedoch das Diagramm für Pawlowsk seiner Kleinheit wegen in dem dort gebrauchten Maassstabe nicht aufgenommen werden konnte, ergiebt sich als auffallendste Erscheinung, dass bei allen Stationen (bis auf Kingua Fjord) der Radiusvector eine Bewegung gegen den Uhrzeiger ausführt!

Während also bei den Vectordiagrammen der normalen täglichen Variation überall eine Bewegung im Sinne des Uhrzeigers stattfand, erfolgt diese bei den Diagrammen der störenden Kräfte gegen denselben, und zwar auch wieder überall, mit einer einzigen Ausnahme, die sich bei der Station Kingua Fjord zeigt, und auf die weiter unten zurückgekommen werden soll.

Wenn Hr. von Bezold in seiner mehrfach erwähnten Abhandlung S. 437 annimmt, »dass ein solches Vectordiagramm der störenden Kräfte voraussichtlich sehr unregelmässig gestaltet sein wird«, so war diese Annahme auch gewiss sehr nahe liegend, nach dem, was man bislang über die tägliche Variation und die sie bedingenden Kräfte wusste. Thatsächlich zeigt sich aber nur bei Pawlowsk, also der am weitsten südlich gelegenen Station, ein Diagramm mit sehr vielen Zacken, obwohl auch hier die Bewegung gegen den Uhrzeiger gerichtet bleibt Überdies sind hier die störenden Kräfte verhältnissmässig ausserordentlich gering. Dies Letztere dürfte eine gewisse praktische Bedeutung für alle weiteren Untersuchungen über den täglichen Gang der erdmagnetischen Elemente in Orten mittlerer und wohl besonders auch niederer Breiten haben, wie z. B. die von Hrn. A. Nippoldt jun.[1] vorgeschlagenen und in Aussicht gestellten. Bei Untersuchungen allgemeinerer Natur, bei denen man keine allzugrosse Genauigkeit im Einzelnen verlangt, wird es für jene Orte kaum nöthig sein, von Mittelwerthen aus allen Tagen auf solche von Normaltagen überzugehen.

Bei allen anderen Stationen zeigen sich die oben ausgesprochenen Erwartungen insofern weit übertroffen, als die Vectordiagramme viel regelmässiger gestaltet sind, als man wohl von vornherein annehmen konnte. Das ist noch um so auffallender, als es sich hier um den doch recht kurzen Beobachtungs-Zeitraum von 2 bez. 3 Monaten eines einzigen Jahres handelt.

---

[1] Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie 1899, Heft 2. S. 57–[illegible]4.

Wie sich schon bei den normalen Diagrammen gezeigt hatte, dass die Vectoren überall zu nahe derselben Zeit durch den astronomischen Meridian gehen und annähernd 12 Stunden später im entgegengesetzten Sinne durch denselben, so finden wir auch hier 2 einander entgegengesetzte Durchgänge durch den Meridian, die um ungefähr 12 Stunden aus einander liegen. Allerdings erfolgen diese Durchgänge bei den verschiedenen Stationen nicht überall zu denselben Zeiten. Welche Abweichungen hier vorkommen und worin sie begründet sind, dürfte einer weiteren Untersuchung werth sein. Immerhin darf man mit Recht sagen, dass auch hier der Punkt, nach welchem die störende Kraft in der horizontalen Ebene gerichtet ist, in einer festen Beziehung zum Gange der Sonne steht. Aber er folgt ihr hier nicht oder eilt ihr nicht voraus, sondern er steht ihr gegenüber.

Auf eine derartige Beziehung deutet schon der Umstand hin, dass ΔX_t an allen Stationen mit Ausnahme von Pawlowsk, das wegen der geringen Beträge kaum in Betracht kommen kann, um Mittag einen positiven Werth besitzt, während für Mitternacht für alle mit Ausnahme von Kingua Fjord das Entgegengesetzte gilt.

Durch die in den Diagrammen der störenden Kräfte durchlaufene Bewegungsrichtung, durch ihre Regelmässigkeit und Gleichmässigkeit scheint auf's Deutlichste bewiesen zu sein, was ich schon am Schluss meiner früheren Mittheilung als wahrscheinlich hinstellte: dass nämlich die normale tägliche Variation und die Störungen auf ganz verschiedene Vorgänge zurückzuführen sind. Zugleich allerdings darf man aus Allem auch wohl den Schluss ziehen, dass auch die Störungen in letzter Instanz durch die Sonnenstrahlung bedingt sind. Dabei möge aber nochmals ausdrücklich betont werden, dass die Bezeichnung »Störungen« hier in keiner Weise an irgend eine Amplituden-Grenze gebunden ist, sondern dass unter »Störungen« nur die Abweichungen vom normalen täglichen Gange verstanden werden.

Bei der Betrachtung der Diagramme der störenden Kräfte (s. Taf. II) fällt es sofort auf, dass die Gestalt derselben ganz im Gegensatz zu den normalen Diagrammen in hohem Grade von der Lage des magnetischen Meridians abhängig ist. Die sämmtlichen Diagramme scheinen gegen diesen Meridian mehr oder weniger symmetrisch, die meisten im Sinne desselben lang gestreckt. Um dies recht anschaulich zu machen, ist die Richtung des magnetischen Meridians jedesmal durch einen langen, den Coordinatenursprung schneidenden Pfeil angedeutet, dessen Spitze nach magnetisch Nord zeigt, während der astronomische Meridian durch die Verticale gegeben ist. Die erwähnte Erscheinung drängt zur Untersuchung der Frage, ob irgend ein Zusammenhang zwischen der Gestalt der Dia-

gramme und den bezüglichen absoluten Werthen der erdmagnetischen Elemente besteht.

In der nachfolgenden Tabelle findet sich daher eine Zusammenstellung der absoluten Mittelwerthe für die einzelnen Stationen, berechnet nach den Normaltagen von Juni/Juli 1883 bez. Juni/Juli/August und Mai/Juni/Juli:

Station	X_u	Y_u	H_u	δ_u
Cap Thordsen	0.08698	−0.01951	0.08914	−12° 38.'6
Ssagastyr	0.07159	0.00594	0.07182	4 44.6
Nowaja Semlja	0.10400	0.02780	0.10766	14 57.9
Point Barrow	0.07284	0.05186	0.08941	35 27.0
Jan Mayen	0.08476	−0.04858	0.09769	−29 49.1
Bossekop	0.12069	−0.00851	0.12099	− 4 2.0
Sodankylä	0.13354	−0.00344	0.13358	− 1 28.5
Kingua Fjord	0.01975	−0.06076	0.06389	−71 59.7
Godthaab	0.05222	−0.08167	0.09694	−57 24.2
Fort Rae	0.05860	0.04963	0.07679	40 15.7
Pawlowsk	0.16388	−0.00201	0.16389	− 0 42.1

Nimmt man nach den Werthen der Componenten X_u und Y_u eine Gruppirung vor, so kann man vier Gruppen bilden, derart, dass die absoluten Werthe der Componenten der zu einer Gruppe gehörigen Stationen einander ziemlich nahe stehen.

Diese Gruppen sind:

1. Jan Mayen, Cap Thordsen,
2. Ssagastyr, Nowaja Semlja,
3. Point Barrow, Fort Rae,
4. Bossekop, Sodankylä.

Bei Betrachtung dieser Gruppen findet man nun sofort, dass die zu einer Gruppe gehörigen Stationen auch ganz ähnlich gestaltete Diagramme besitzen.

Kingua Fjord, Godthaab und Pawlowsk nehmen eine eigenartige Stellung ein, sie schliessen sich jedoch an jene Gruppen nach den beiden Seiten hin derart an, dass Godthaab gewissermaassen als Mittelglied zwischen Kingua Fjord und den unter 1. aufgeführten Orten betrachtet werden kann, während für Pawlowsk die Störungen verhältnissmässig nur noch ausserordentlich geringe sind, so dass das in demselben Maassstabe gezeichnete Störungsdiagramm gegen die anderen ganz verschwindet. Es zeigt sich also, dass die Störungsdiagramme in gewisser Weise abhängig sind von den absoluten Werthen der Componenten in der horizontalen Ebene. Das schliesst ein, dass die magnetische Declination so zu sagen eine gewisse Richtkraft auf die Vectordiagramme der störenden Kräfte ausübt, dass sie also die Form derselben beeinflusst, während die Amplitude (oder Grösse) der Diagramme mehr bestimmt wird durch die Grösse der Horizontal-

Intensität. Und zwar stehen die störenden Kräfte wohl ungefähr im umgekehrten Verhältniss zu den absoluten Werthen der horizontalen Kraft. Das Gesetz, das Hr. L. A. BAUER im »Terrestrial magnetism«, Vol. II p. 71 mittheilt, »that the component of the deflecting force producing the angular deflection of the needle from its mean position is inversely proportional to the force exerted on the needle by the earth's permanent magnetism« scheint also in der That in ähnlicher Weise auch für die Störungen zu gelten.

Es ist schon zu Anfang bemerkt worden, dass auch bei den vorstehenden Untersuchungen die Station Kingua Fjord wieder eine ähnliche Ausnahme bildet, wie bei den normalen Diagrammen.[1] Auch das Diagramm der störenden Kräfte zeigt hier eine Bewegungsrichtung im Sinne des Uhrzeigers. Seine Gestalt und Lage gleichen völlig dem normalen Diagramm wie demjenigen nach allen Tagen. Der einzige Unterschied bei den 3 Diagrammen liegt in der naturgemäss verschiedenen Grösse. Durch diese völlige Übereinstimmung wird die Annahme nahe gelegt, dass in Kingua Fjord die ganze normale tägliche Periode verwischt ist durch die störenden Kräfte (die hier allerdings gerade umgekehrt zu wirken scheinen als an allen anderen Stationen), dass also nur noch die tägliche Periode der Letzteren zur Erscheinung kommt. Dazu würde auch der Umstand beitragen, dass dort die Richtkraft nach Norden, d. h. die X-Componente ausserordentlich gering ist.

Ein ganz ähnliches abweichendes Verhalten findet sich für die Station Kingua Fjord auch in den Erdstrom-Beobachtungen, wie aus den Untersuchungen des Hrn. WEINSTEIN[2] hervorgeht.

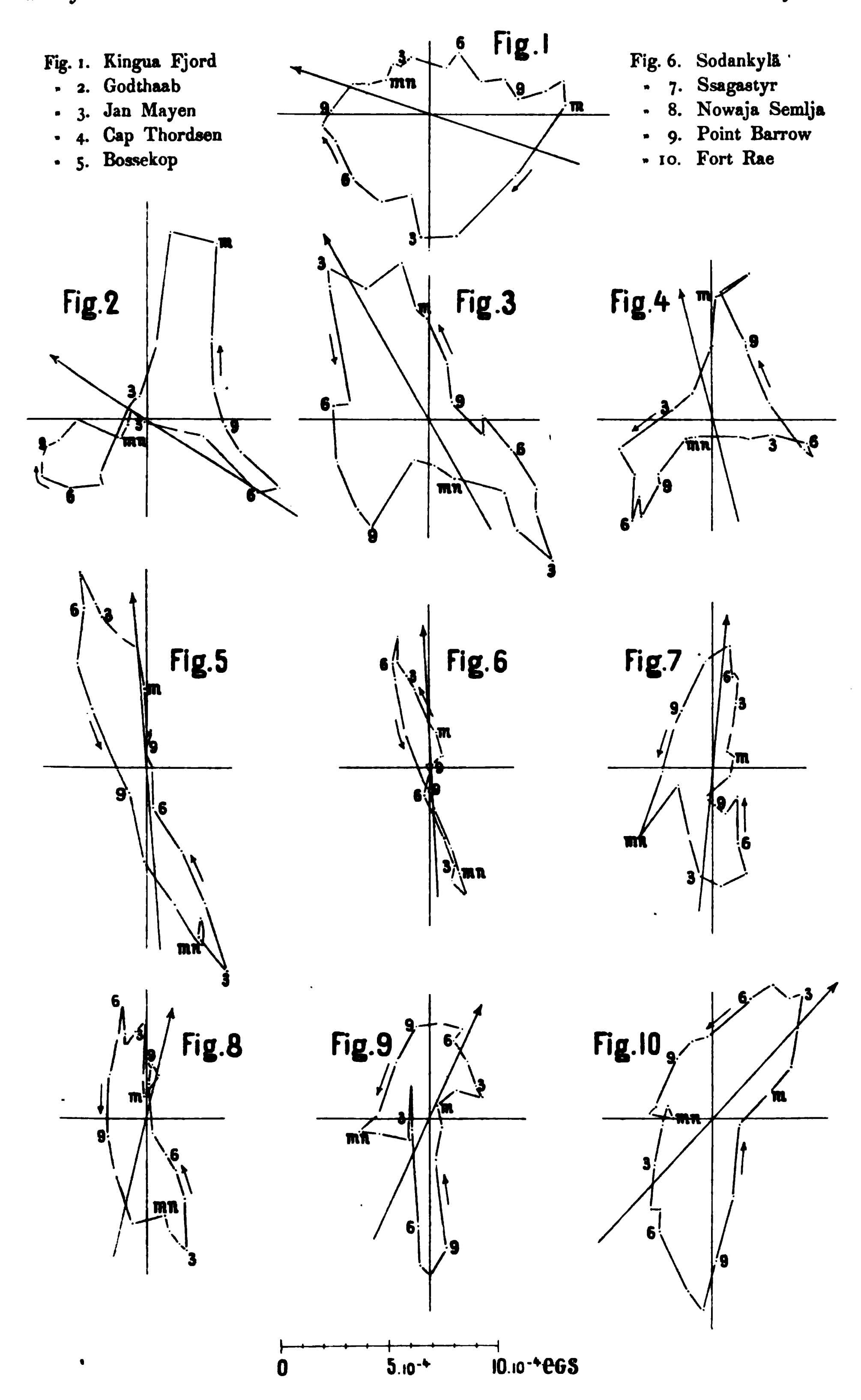
Da Kingua Fjord diejenige Station war, die von den genannten Beobachtungsstationen sowohl dem magnetischen wie dem Nordlicht-Pole am nächsten lag, so kann man vielleicht hierin einen Grund für jene Ausnahme finden, worauf ich schon früher hingewiesen habe[3]. In dem Diagramm der störenden Kräfte scheint übrigens auch Godthaab, die Kingua Fjord am nächsten gelegene Station, schon eine Andeutung eines ähnlichen Ganges zu zeigen, da sich hier in der Zeit von 4^p bis mn eine grössere Schleife vorfindet, in der sich die sonst gegen den Uhrzeiger gerichtete Bewegung in eine solche mit dem Uhrzeiger verwandelt. Ob sich diese Erscheinung auch für Diagramme anderer Zeiträume wiederholt, das müssen weitere Untersuchungen ergeben. Auch die Frage, ob wirklich die Nähe des magnetischen und des Nordlicht-Poles, oder eines der beiden, bei Gestaltung dieser Dia-

[1] Sitzungsberichte der K. P. A. d. W. 1898, S. 530.
[2] Elektrotechnische Zeitschrift, Bd. XIX. 1898, S. 795.
[3] Sitzungsberichte der K. P. A. d. W. 1898, S. 530.

gramme eine besondere Rolle spielt, muss vorläufig noch offen gelassen werden. Hier möge der Hinweis darauf genügen.

Durch das Vorhergehende wird jedenfalls auf's Deutlichste bestätigt, dass auch die Störungen durch ein System von Kräften hervorgerufen werden, das innerhalb 24 Stunden einmal um die Erde rotirt. Wo der Sitz dieser Kräfte ist und welcher Art dieselben sind, darüber kann man allerdings zunächst wohl nur Vermuthungen aussprechen. Vielleicht hat man es mit einem System elektrischer Ströme zu thun, das die Erdoberfläche senkrecht durchsetzt, auf der einen Seite auf- und auf der entgegengesetzten absteigt, und das um irgend einen Pol, etwa den magnetischen oder den Nordlicht-Pol rotirt.

Über Untersuchungen, die zur Entscheidung dieser Frage in Angriff genommen sind, hoffe ich bald weiter berichten zu können.



Lüdeling: Über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen.

Vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der Hatteria punctata.

Von Dr. G. Thilenius
in Strassburg i. E.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer.)

Mit Beginn des Frühlings nimmt die Zahl der Tuataras, welche ausserhalb ihrer Höhlen und Gänge sichtbar werden, rasch und auffallend zu. Während indessen im Sommer, vom December etwa ab, ♂ und ♀ in ziemlich gleicher Anzahl im Eingange des Ganges oder in dessen Nähe sich aufhalten, sind es ausschliesslich Männchen, welche man Tags über im Frühjahre zu Gesicht bekommt. Nur in den frühen Morgen- und späten Abendstunden erscheinen einzelne Weibchen, und Beobachtungen aus dieser Zeit allein würden zu der Folgerung führen, dass die Männchen der Zahl nach weit überwiegen. Nach meinen Erfahrungen auf Te Karewa in den Monaten December bis Januar, sowie auf Stephens Island seit October ist indessen die Anzahl der Individuen jedes Geschlechtes annähernd gleich; es mag sogar die Anzahl der Weibchen die der Männchen etwas übersteigen. Schätzungen dieser Art sind indessen schwierig und abhängig von der Jahreszeit, der Tages- oder Nachtzeit, zu welcher gezählt wird.

Wie auf Te Karewa mit *Puffinus brevicaudatus*, so leben die Tuataras auf Stephens Island in Gemeinschaft mit einer kleinen *Procellaria*, deren Höhlen und Gänge die Eidechsen in gleicher Weise benutzen neben selbstgegrabenen. In der Lebensweise der Tuataras auf beiden Inseln besteht kein wesentlicher Unterschied, und wenn auf der letztgenannten die Eidechsen scheuer sind und Tags über in nur geringer Anzahl gesehen werden, so hat dies wohl seinen Grund in der Anwesenheit der drei Leuchtthurm-Wärter, ihrer Familien und des Viehes; Störungen, welche Nachts sich weniger bemerkbar machen.

Auf Te Karewa hatte mich besonders die Abneigung der *Hatteria* gegen das Verlassen der allernächsten Umgebung des Ganges zu der Annahme veranlasst, dass die Eiablage in dem Gange oder doch einer in dessen Wand gegrabenen Nische stattfindet, und ich hatte dem-

entsprechend eine grosse Anzahl langer Gänge aufgegraben und durchsucht ohne jeden Erfolg. Auf Stephens Island hatten die Kinder eines der Wärter im vergangenen Sommer zufällig Eier in einem mit Grasbüscheln bestandenen Abhange gefunden, die weitere Nachsuche ergab eine erhebliche Anzahl. Ich habe diese Mittheilung in diesem Jahre bestätigen können und ergänze sie im Folgenden durch meine eigenen Beobachtungen.

Stephens Island ist gleich Te Karewa ein grosser, steil aus tiefem Wasser aufsteigender Felsen, jedoch weit grösser als letztere Insel. Die höchste Erhebung besteht in zwei durch einen tiefen Sattel getrennten Kuppen, welche 950' erreichen. Der Querschnitt der Insel in der Hochwassermarke ist etwa elliptisch mit einer NS. verlaufenden Axe. Die ganze Westseite der Insel nimmt ein Hang ein, welcher bei einer Neigung von 60° und mehr kaum begangen werden kann; die Ostseite ist weniger steil, jedoch von tiefen Schluchten zerschnitten, welche etwa 50–100^m über dem Meere plötzlich enden. Letzteres ist die durchschnittliche Höhe des die ganze Insel umgebenden Klippenrandes, der fast vertical aus dem Meere aufsteigt. Eine dichte Vegetation von etwa 3^m Höhe bedeckt die Insel bis zur Klippe; Nikaupalmen, ein kriechender *Pandanus*, vor Allem *Coprosma*-Arten sind die wesentlichen Formen des »Busches«. Unter dem lichteren *Coprosma*-Gebüsch steht etwas Gras und kleine *Pteris*; am unteren Rande der Vegetationsdecke, wo nur wenig Erde auf dem Felsen liegt, zieht sich ein schmales, vielfach unterbrochenes Band von Grasbüscheln entlang der vegetationslosen Klippe. Unter dem Busch, besonders aber in den von tiefer, weicher Erde erfüllten und von *Coprosma* beschatteten Schluchten liegen die zahllosen Gänge und Schlafplätze der Procellariden, während die Möven die unzugängliche Klippe vorziehen. Tuataras finden sich überall, die überwiegende Zahl jedoch in oder nahe den Schluchten.

Mit dem Bau des Leuchtthurmes, der Wärterhäuser u. s. w. wurde die Inselvegetation insofern verändert, als die Anlagen von Serpentinen, einer Drahtseilbahn und eines längeren Schienenweges den Busch durchschnitten und Böschungen erhielten, welche mit Gras bewachsen sind. Jenes schmale Grasband am Klippenrande, und neuerdings die Grasböschungen, sind die Stellen, an welchen die Tuatara ihre Eier ablegt. Beiden Örtlichkeiten gemeinsam ist verhältnissmässig weicher Boden und eine Vegetation, welche ein Minimum von Feuchtigkeit gewährleistet, ohne die Wirkung der Sonnenwärme in dem Maasse zu beeinträchtigen, wie es Gebüsch thun würde. Aehnliche Bedingungen bieten mehrere andere Stellen der Insel, welche von Vögeln bewohnt sind. Hier legt die Tuatara indessen nicht; es mag wohl die Erfah-

rung sie gelehrt haben, dass die Vögel ihre Eier gefährden, sei es durch Verzehren derselben oder durch Zerstörung der Gelege beim Graben. Letzteres kommt um so mehr in Betracht, als die Entwickelung der Tuatara bis zu 12–14 Monate in Anspruch nimmt: Ehe ich frisch gelegte Eier erhielt, fand ich solche der vorjährigen Legezeit, deren Embryonen, nach der Menge des Dotters zu urtheilen, noch ein bis zwei Monate bis zum Ausschlüpfen bedurften.

In der Zeit um den 1. November, wenn vorhergehender Regen den Boden aufgeweicht hat, wandert die Tuatara Nachts den oft recht weiten Weg nach dem Klippenrand oder den Grasböschungen und beginnt hier neben oder unter einem Grasbusch zu graben. Der Eingang der kleinen Höhle ist eben gross genug, um den Vorderkörper der Tuatara aufzunehmen, weiterhin erweitert sich die Höhlung nach beiden Seiten und erhält einen horizontalen Boden. Mitunter gelingt es, eine *Hatteria* bei der Arbeit zu überraschen, man sieht dann das Thier mit beiden Händen abwechselnd Erde wegkratzen oder findet es in einer Stellung, als ob es durch Einschmiegen der Schultern und des Vorderkörpers die Wandung ebnete. Die Fertigstellung der Höhle geht langsam von Statten; nach vier Nächten fand ich eine Eikammer zur Aufnahme bereit, welche bei 16^{cm} Tiefe 14^{cm} breit und 5^{cm} hoch war. Wo ein Gang die Eikammer mit der Aussenseite verbindet, ist entsprechend mehr Zeit erforderlich. Abends, etwa zwischen 8 und 9 Uhr, begegnete ich nicht selten trächtigen Weibchen, welche die Wege kreuzen augenscheinlich auf der Wanderung zu einer zu beginnenden oder theilweise fertigen Eikammer. Ebenso pflegen die Thiere um Sonnenaufgang zurückzuwandern. Gelegentlich indessen bleiben die Weibchen unten im Grashange auch den Tag über; beim Aufgraben findet man sie dann in dem zur Eikammer führenden bis 40^{cm} langen Gange.

Die Arbeit an der Eikammer erfolgt ausschliesslich Nachts, ebenso die Eiablage selbst. Über die Art der Letzteren vermag ich keine Angaben zu machen, da es mir nicht gelang, sie zu beobachten. Sehr wahrscheinlich ist, dass die Eier in längeren Zwischenräumen wie bei anderen Sauriern abgelegt werden, und zwar in dem Gange, falls ein solcher vorhanden, oder doch vor der Eikammer. In Letzterer selbst ist nicht Raum genug vorhanden, um einen Theil des Weibchens aufzunehmen. Beim Aufgraben einer Kammer findet man überdies, dass die Eier in zwei bis drei Lagen dicht neben- und über einander gepackt sind und den Raum genau ausfüllen, als wäre er von vorn herein für eine ganz bestimmte Anzahl von Eiern berechnet gewesen. Da die Kammerwände verhältnissmässig fest sind, bleiben die Zwischenräume zwischen den Eiern von Luft erfüllt, und

selbst kurze Zeit vor dem Ausschlüpfen der Jungen enthalten dieselben nur lockere Erde, welche durch Sickerwasser dorthin gelangt sein mag. Die auffallende Packung der Eier scheint das Weibchen mit dem Munde auszuführen; der lange, wenig biegsame Schwanz hindert die Verwendung der hinteren Extremitäten in dem engen Raume hierfür, und der grosse, lange Kopf würde den Händen im Wege sein. Beweisend scheint mir zu sein, dass ich beim Aufgraben einer Kammer das Weibchen im Gange fand mit dem Kopfe an der Eikammer und einem Ei im Maule. Ist die Eiablage beendet, so wird die Kammer selbst (nicht der etwa vorhandene Gang) mit Erde verschlossen, welche mit Grashalmen vermischt ist; wenn Letztere verwelken, geben sie in Verbindung mit der eigenthümlich eben aussehenden Oberfläche des Erdpfropfes gelegentlich einen Hinweis auf die Eikammer. Trotzdem ist die Auffindung recht schwierig, und an mehr als einem Tage war das Resultat mehrstündigen Hackens und Grabens ein negatives. Eine geringe Hülfe fand ich darin, dass der Leuchtthurm-Wärter sich einiger weniger Stellen erinnerte, an denen er im vorigen Jahre Eier gefunden hatte. Der Regel nach sucht jedes Weibchen alljährlich dieselbe Stelle zur Eiablage auf; so fand ich in diesem Jahre ein frisches Gelege genau an der Stelle, an welcher im Vorjahre ein frisches und unmittelbar daneben ein vorvorjähriges Gelege gleichzeitig freigelegt wurden.

Die Zahl der Eier im Gelege beträgt gewöhnlich zwölf, doch kommen auch nur neun oder bis zu siebzehn Eiern in einer Kammer vor. Auffallend ist der Unterschied zwischen frischen und alten Eiern. Solche, die ich dem Weibchen zu entnehmen Gelegenheit hatte, sind ausserordentlich weich und elastisch, die Hüllen lassen sich leicht in vielen Lamellen entfernen, und wenn solche Eier in Säuren gelegt werden, ist die Menge der Gasblasen eine sehr geringe. Abgelegte oder dem Eileiter entnommene Eier haben nach etwa zwölfstündigem Liegen in feuchter Erde, bez. der Eikammer eine harte Schale erhalten, welche in Berührung mit Säuren eine sehr lebhafte Gasentwickelung zeigt, so dass das Ei sehr bald sich zu bewegen beginnt oder selbst zur Oberfläche der Flüssigkeit aufsteigt. Alte Eier der vorjährigen Legeperiode sind wiederum sehr elastisch und erhalten nur eine dünne Decke von Gasbläschen. Endlich sind frische Eier ellipsoidisch und messen bei fast gleicher Grösse im Durchschnitt $20:14^{mm}$, während alte alle Formen von Ellipsoiden bis zu Kugeln und eine beträchtliche Grössenzunahme zeigen, wie z. B. die Masse $27:26^{mm}$, $27:23^{mm}$, $30:23^{mm}$, $33:25^{mm}$ beweisen. Diese Volumzunahme findet ebenso wie die Verringerung der CO_2-Entwickelung nicht vor dem letzten Drittel der Entwickelungszeit statt. Erst lie-

jenigen Eier überschritten erheblich die Maasse frischer, in welchen die Embryonen den Beginn einer Hautpigmentirung zeigten.

Nur ein Bruchtheil aller Eier liefert lebensfähige Junge. Abgesehen von zufälligen Zerstörungen der Gelege sind hierbei mehrere Gründe in Frage zu ziehen. Schon in frischen Gelegen findet sich hin und wieder ein meist sehr kleines, etwas unregelmässig geformtes Ei, dessen Dotter eine butterartige Consistenz hat und keinen sichtbaren Keim trägt. Eine wenn auch geringe Rolle dürften Missbildungen spielen; ich erhielt unter etwa 40 älteren Embryonen einen *Exencephalus*, sowie ein sonst normales Exemplar, dessen Schwanz hart an der Wurzel amputirt ist, vielleicht durch Amnionstränge. Bedeutender dürfte der Einfluss längerer Trockenzeit sein, denn nur wenige Stunden der Luft ausgesetzte Eier beginnen einzufallen. Allein die Eier liegen verhältnissmässig tief in der Erde, überdies an Stellen, welche nicht nur von jedem Regen ausgiebig durchfeuchtet werden, sondern auch genügend von dem Wasser erhalten, welches nach Regen und Thau von dem die Grasflächen um 100–200^{m} überragenden Gipfel der Insel herabsickert. Überdies ist wohl anzunehmen, dass Trockenheit ein ganzes Gelege zerstören wird, und in der That findet man hier und dort oberflächlich gelegene oder in Steingeröll mit wenig Erde gebaute Eikammern, deren Inhalt vollständig eingetrocknet ist. Die Annahme einer längeren Trockenzeit scheint mir indessen für die grosse Mehrzahl der Fälle nicht zu genügen. Es ist die Regel, dass beim Eröffnen vorjähriger Eikammern mit alten Eiern etwa die Hälfte oder nur ein Drittel der Eier lebende Embryonen enthalten und die erwähnte erhebliche Grösse zeigen; der Rest der Eier ist eingefallen, theilweise geschrumpft. Meiner Ansicht nach ist diese auffallende Erscheinung in tief gelegenen Kammern weniger auf Rechnung der Trockenheit zu setzen als auf die der Volumvergrösserung. In die relativ regenarme Zeit von December bis April fällt die frühe Entwickelung; öffnet man indessen geschrumpfte Eier aus solchen Nestern, so enthalten sie zwar todte, aber nicht immer eingetrocknete, sondern eigenartig veränderte, an Adipocire erinnernde Embryonen aus der späteren Entwickelung, deren Haut mehr oder weniger in normaler Weise pigmentirt ist. Da etwa mit Erreichung dieser Stufe die oben erwähnte Volumvergrösserung der Eier eintritt, so ist vielleicht der entstehende Druck eine Ursache für die Abtödtung des grösseren Theiles der Eier eines Geleges. Jedenfalls füllt ein solches aus abgestorbenen und lebenden Eiern bestehendes Gelege die Eikammer lückenlos aus. Dass die Volumvergrösserung eine bedeutende ist, ergiebt sich nicht allein aus den Maassen der Eier, die an sich schon u. A. entsprechend dem Alter der Weibchen als variabel anzunehmen

sind, sondern am augenscheinlichsten aus dem Verhalten des Eiweisses. In frischen Eiern ist dessen Menge sehr gering, wie in anderen Saurier-Eiern ist es nicht mehr als eine sehr dünne Lage von auffallender Zähigkeit zwischen Schale und Dotter. In alten Eiern dagegen nimmt das Eiweiss, wohl in Folge von Wasseraufnahme, einen weit grösseren Raum ein, und sein Gewicht in einem 28 : 22^{mm} messenden Ei betrug beispielsweise nicht weniger als 3^{gr}32.

Bei der Conservirung boten Schale und Dotter besondere Schwierigkeiten. Erstere ist für die üblichen Flüssigkeiten nur sehr langsam durchdringbar, letzterer ist auffallend dünnflüssig in jungen Eiern, die Dotterhaut sehr zart, so dass jeder Versuch, das frische Ei zu öffnen, zu einem Extra-Ovat führt. Ich versuchte zunächst Chromsäure, die vor anderen den Vortheil bietet, dass die Keime sich sehr scharf und klar abzeichnen, während bei etwas älteren Keimen gleichzeitig die Membr. serosa entweder gar nicht am Eiweiss haften bleibt oder sich doch sehr leicht abspritzen lässt. Ich fand indessen den Keim überfixirt, wenn der Dotter eine genügende Consistenz erhalten hatte, und verwendete daher Sublimat zur Fixirung des Keimes mit nachfolgender Pikrinsäure, welche dem Dotter in 2—3 Tagen eine genügende Consistenz verleiht. Für ältere Embryonen schien mir die beste Conservirung erreichbar mit Pikrinsublimat nach Rabl oder auch reiner Pikrinsäure.

Die Entwickelung des Keimes vollzieht sich unter allen äusseren Erscheinungen des Reptilieneies, und nichts erinnert an Amphibien oder Fische. Die Gastrulationsperiode beginnt mit der Einsenkung des Urmundes, der sich weiterhin in einen Urdarm öffnet, und endet mit dem Einschneiden der Medullarfurche. Wenn diese die ganze ehemalige Gastrula-Scheibe eingenommen hat, beginnt das Kopfende des Embryos, der allmählich aus der runden Form in eine elliptische übergegangen ist, sich in den Dotter einzubiegen, und gleichzeitig erhebt sich vor ihm die Falte des Kopfamnion, dessen ferneres Wachsthum das äussere Kennzeichen einer weiteren Periode ist. Seitenfalten des Amnion können höchstens theoretisch abgetrennt werden; entsprechend der Form des Vorderendes des Embryo ist die diesem zugewandte Seite der Kopfamnionfalte leicht concav, und die Halbröhre, welche sich allmählich über den Embryo schiebt, hat einen freien parabolischen Rand, dessen Ebene stark geneigt ist gegen den Dotter. Während dann die Kopffalte allmählich schwanzwärts fortschreitet, scheint ihr Scheitelpunkt zurückzubleiben, und hat, zumal kurz ehe der Schluss des Amnion sich vollzieht, wenig mehr als die vordere Hälfte des Embryo bedeckt, während dessen Seiten von den Enden des Amnionbogens fast überragt sind. Zu dieser Zeit erst kann man

von Seitenfalten des Amnion sprechen. Der Amnionschluss vollzieht sich in anderer als der gewöhnlichen Weise. Ein Umgreifen des Schwanzendes durch die Seitenfalten, derart, dass eine Schwanzfalte sich erhebt, findet nicht statt; vielmehr zieht sich die Halbröhre des Amnion unter plötzlicher Verringerung ihres Querschnittes noch eine Strecke weit über den Embryo hinaus, und schliesst sich zu einer vollen Röhre, welche unter der Membr. serosa gelegen eine Fortsetzung der Amnionhöhle bildet und diese mit dem Raume ausserhalb der Membr. serosa in Verbindung setzt. Dieser »Amniongang« erreicht eine beträchtliche Länge, oft grösser als die des Embryo selbst, und ist fast stets unter einem gewissen, mitunter nahezu rechten Winkel seitlich von der Längsaxe des Embryo und seines Amnion abgebogen.

An diesen Amniongang knüpft sich insofern ein besonderes Interesse, als ein solcher auch bei Schildkröten vorkommt; man könnte daraus auf eine nähere phyletische Verknüpfung schliessen, welche etwa den Ausdruck finden würde, dass die Schildkröten von den Agamen oder beide von derselben Stammform abzuleiten sind. Eine Stütze für diese Auffassung kann darin gefunden werden, dass auch bei *Agame inermis* eine gangartige Verlängerung des Amnion gebildet wird. Allein es handelt sich nicht schlechtweg um Schildkröten, sondern lediglich um je eine *Emys*, bei welchen von MEHNERT und MITSUKURI ein Amniongang gefunden wurde; überdies fehlt der Amniongang bei einer mit *Agame inermis* vorkommenden nordafricanischen Agame, *Uromastix acanthinurus*, dessen Embryonen zur Zeit des Amnionschlusses eine deutliche Schwanzfalte zeigen. Es ist danach die erwähnte phyletische Verknüpfung als sehr hypothetisch anzusehen und wird noch mehr in Frage gestellt, wenn man die Entstehungsweise der Amniongänge berücksichtigt. Bei *Emys lut. tauric.* und *japonic.* wächst die Amnionfalte über den Embryo hinaus und schliesst sich zu einer Röhre; es ist daher der Beginn des Ganges erst möglich, wenn die Amnionfalte den Embryo in seiner vollen Länge überdeckt hat. Bei *Hatteria punctata* indessen sieht man, ehe der Embryo völlig unter dem Amnion verschwindet, anscheinend von einer der Seitenfalten ausgehend einen kurzen Gang über den Embryo hinaus sich erstrecken, welcher später von dem sich schliessenden Amnion aufgenommen wird. Eine genaue Darstellung dieser Verhältnisse wird erst nach Schnitten gegeben werden können; diese Oberflächenbilder der *Hatteria* erinnern mich indessen an Schnittbilder von einem alten Embryo der *Agame inermis*, welche innerhalb der hinteren Hälfte des Amnion einen sehr dünnen Gang verlaufend zeigten.

Nach Allem scheint es zur Zeit nicht möglich, die Amniongänge der beiden Emyden und Agamen ohne Weiteres zu homologisiren. Es

sind ungleichartige, wenn auch wohl gleichwerthige Bildungen, deren Erklärung weniger auf phylogenetischem Wege als auf dem der Physiologie gesucht werden dürfte.

Das weitere Schicksal des Amnionganges erinnert wieder an die beiden Emyden: Der Gang wird zurückgebogen — vielleicht rein passiv dadurch, dass das Schwanzende des Embryo über die ursprüngliche Insertionsstelle des Ganges hinauswächst — und ist bald in Oberflächenbildern nicht mehr sichtbar. Zu dieser Zeit sind die Gefässe angelegt und der Gefässkranz ist geschlossen. Zu Ende der vierten Woche nach Beginn der Gastrulation sind die Anlagen der Allantois und des Herzens deutlich mit blossem Auge erkennbar, mitunter ist auch bereits eine Extremitätenanlage sichtbar, sowie der Pigmentring der Augenanlage. Im Allgemeinen sind diese verschiedenen Anlagen in weiten Grenzen unabhängig von einander, wie dies ja auch bei anderen Vertebraten vorkommt. Eine künstliche Zerlegung der ganzen Entwickelung in Stadien ist nur möglich, wenn man eine willkürliche Norm zu Grunde legt.

Während der weiteren Entwickelung ist der Embryo der *Hatteria* von denen anderer Saurier nicht wesentlich verschieden, wenn man von der Anlage des Parietalauges absieht, welche etwas später als die der Augen erkennbar wird. Erst die Kopfform, die eigenartige Oberflächensculptur und Pigmentirung der Haut, welche gegen Ende der ganzen Entwickelung auftreten, charakterisiren die *Hatteria*. Die erstere bietet keinen Anlass zu besonderen Bemerkungen, dagegen ist letztere insofern von Interesse, als die Färbung eine von der zu erwartenden abweichende ist. Die jüngsten der in Betracht kommenden Embryonen zeigen [neben den unregelmässigen Hautfalten, dem Rücken- und Schwanzkamm] Hautleisten, welche schräg von vorne-oben nach hinten-unten in etwa gleichen Abständen verlaufen und am Rumpfe etwa die Gegend vom Querfortsatz des Wirbels bis zur vorderen Grenze des hinteren Drittels der Rippe einnehmen. Diese Leisten erhalten zuerst ihr Pigment, und dadurch erscheint der Embryo in ganzer Länge mit symmetrischen schwarzen Streifen in schräger Richtung bedeckt. Allmählich greift diese Pigmentirung über die Leisten hinaus, tritt auch an kleineren Höckern und Leistchen auf, so dass der Eindruck der regelmässigen Streifung verschwindet. Eine weniger regelmässige bleibt indessen noch sehr lange erhalten; an ein- bis zweijährigen Exemplaren ist sie erkennbar, wenn man die Epidermis entfernt und das Verschwinden der grünlichen Färbung abwartet, welch' letztere die Streifung undeutlich macht. Auch an geschlechtsreifen Exemplaren zur Zeit der Häutung findet man die Streifung auf dem Rücken sichtbar, die medianen Enden der Streifen sind freilich meistens in ein-

ander gezogen; etwas lateralwärts erscheint eine Streifung nur angedeutet in dem Wechsel von hell und dunkel, erst die lateralen Enden und ihre Ausläufer sind von einander getrennt und bezeugen die frühere klare Streifung. Alte Exemplare erst lassen selbst die Spuren der embryonalen Streifung vermissen; es hat den Anschein, als ob die in Streifen beginnende schwarze Pigmentirung des Embryo in ihrer Weiterverbreitung unabhängig bleibt von äusserlich erkennbaren Altersperioden und ihren Abschluss erst findet, wenn die Cutis eine gleichmässige, vom Rücken zum Bauch allmählich heller werdende Färbung erhalten hat.

Nach dem Auftreten der schwarzen Schrägstreifen erscheint ein weiteres Pigment, welches sich an die Streifen anlehnt und zumal am Kopfe in der Parietalregion zwischen den frontal verlaufenden schwarzen Streifen in carminrothen Linien in Erscheinung tritt. Die Combination von roth und schwarz in der Umgebung der Rumpfleisten ergiebt allmählich einen bräunlichen Farbenton, und schliesslich erscheint das ausschlüpfende Junge braun, entsprechend den Hautleisten dunkler, zwischen den früheren Streifen, zumal an ihrem Bauchende, röthlich, stellenweise rein ziegelroth, wie z. B. an den Beugeseiten der Extremitäten; die Unterseite ist weiss, die schwarzen Längsstreifen der Kehlhaut werden deutlicher, nachdem sie etwa gleichzeitig mit der Rückenstreifung aufgetreten sind. Das bei älteren Thieren — vom zweiten Jahre ab — so auffallende Grün, das die ursprüngliche schwarze Streifung völlig überdeckt und noch bei sehr alten Exemplaren in vereinzelten gelblichen Schuppen am Kopfe erhalten ist, erscheint erst kurz vor dem Ausschlüpfen und zwar scharf abgegrenzt als hellgrünliches Dreieck, welches den Vorderkopf bis zu einer von Auge zu Auge gezogenen Querlinie einnimmt. Alle diese Färbungen beruhen wesentlich auf Pigmenten der Cutis, und der bunte Eindruck der eben ausgeschlüpften *Hatteria* wird noch vermehrt durch die im späteren Alter verschwindende oder doch nicht mehr ohne Weiteres erkennbare Fähigkeit der Chromatophoren, das Pigment zu concentriren; der verhältnissmässige Reichthum an Hautpigmenten, wie ihn die junge *Hatteria* zeigt, dürfte ein weiterer Hinweis auf Beziehungen zu den Agamen sein.

Die oben erwähnten jüngsten Embryonen mit beginnender Hautpigmentirung erhielt ich am 13. November, während ein am 20. October gefundenes Nest Embryonen ergab, welche das volle Farbenkleid besassen und nur wenige Tage vor dem Ausschlüpfen standen, wenigstens deutete auf letzteres der nur erbsengrosse Dotterrest und die dünne Eischale, welche bei leichtem Anschlage mit dem Finger zerplatzte. Vergleicht man die Entwickelungsstufen und die angegebenen Daten, so scheint sich eine Erklärung für die auffallende

Thatsache zu ergeben, dass im November Eier abgelegt werden und Junge ausschlüpfen, wenn man noch die Verschiedenheit in der Lage der Nester berücksichtigt. Jene jüngeren am 13. November gefundenen Eier lagen 6" tief in der Erde unter einem dichten Strauch an der Ostseite der Insel, während das andere Nest 3".5 tief neben einem dünnen Grasbusch an der Nordseite der Insel freigelegt wurde, Die Verschiedenheit in den Entwickelungsstufen ist hier als Ausdruck für den Unterschied in der Besonnung anzusehen. Durch Vergleich mit einigen im Besitz des Leuchtthurm-Wärters befindlichen älteren Embryonen konnte ich feststellen, das die Entwickelungsstufe meiner am 13. November gefundenen Eier von vorjährigen Eiern spätestens Ende Mai erreicht wurde.

Andererseits erhielt ich Gastrulae vom 19. October bis zum 28. November und muss nach der Zahl der noch Ende November trächtigen Weibchen annehmen, dass bis in den December hinein Eier abgelegt werden. Eines dieser Nester, das ich bis zum 20. December in feuchtem Sande hielt, wurde am 14. November ausgegraben. Die Eier haben in fünf Wochen die Entwickelung von der Gastrula bis zum Auftreten der vier Extremitätenplatten durchlaufen; es ergiebt das eine Entwickelungsgeschwindigkeit, welche von der anderer Reptilien nicht erheblich abweichen dürfte.

Alles in Allem scheint mir kein zwingender Grund für die Annahme zu bestehen, dass das Ei der *Hatteria* abweichend von bisher Bekanntem der Regel nach mindestens zwölf Monate zur Beendigung der Entwickelung gebraucht. Es hängt vielmehr anscheinend in weiten Grenzen von der Zeit der Eiablage und der Lage des Nestes ab, ob die Eier im gleichen oder erst im nächsten Sommer schlüpfen.

Die Eier eines Nestes scheinen ungefähr gleichzeitig von den Jungen gesprengt zu werden, denn man findet stets mehrere junge Thiere beisammen, welche einen kleinen Nabel, gelegentlich noch einen linsengrossen Dottersackrest oder einen Eizahn besitzen. Sie bleiben für kurze Zeit an der Stelle des Nestes, graben sich dann zur Oberfläche durch und suchen jedes für sich eine kleine Höhlung auf in der Nähe des früheren Nestes. Solche Junge werden nie in der Nähe der Wohnräume alter Exemplare gefunden; sie scheinen während des ersten Jahres, vielleicht sogar länger, in der Umgebung der Neststelle zu bleiben und erst später in die von alten Thierer bewohnten Theile der Inseln zu wandern, wo sie ihrerseits von Vogel höhlen Besitz nehmen.

Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre.

Von W. Waldeyer.

(Vorgetragen am 31. März 1898 [s. Sitzungsberichte Jahrgang 1898 S. 243].)

Hierzu Taf. III.

In der Fortsetzung meiner Untersuchungen über das Trigonum vesicae habe ich in der Sitzung vom 31. März 1898 einige weniger bekannte Eigenthümlichkeiten der Gestaltung, des Verlaufes und des Baues der männlichen Harnröhre besprochen. Ich konnte derzeit mein Manuscript noch nicht zum Abdrucke bringen, weil ich eine erklärende Abbildung beizugeben wünschte, zu deren Herstellung mir damals geeignetes Material mangelte. Einiges aus meinem Vortrage vom 31. März habe ich in meiner inzwischen erschienenen topographisch-chirurgischen Anatomie des Beckens (Das Becken, topographisch-anatomisch dargestellt. Bonn, Fr. Cohen 1899) aufgenommen und auch in der anatomischen Section der vorjährigen Naturforscher-Versammlung in Düsseldorf zur Sprache gebracht. Im Nachfolgenden gebe ich die genauere Darlegung mit verschiedenen bislang noch nicht mitgetheilten Daten und erläutere dies durch eine halbschematische Figur (Taf. III). Ich beschränke mich auf den weitaus wichtigsten Theil der Harnröhre, deren Pars fixa, welche wieder in die Pars pelvina und perinealis zu zerlegen ist; auch nur diese Abschnitte sind in der Abbildung wiedergegeben worden; die Harnröhre selbst ist aus leicht begreiflichen Gründen in voller Lichtung dargestellt.

Was die nach den von der Harnröhre durchsetzten Theilen zu unterscheidenden Einzel-Abschnitte des Rohres anlangt, so glaube ich folgende aufführen zu sollen: 1. die Pars intramuralis (*a* in der Figur), 2. die Pars prostatica ($b + b_1$), 3. die Pars trigonalis (*c*), 4. die Pars praetrigonalis (*d*). Auf diese folgt dann die Pars cavernosa, welche ich für dieses Mal nicht in den Kreis meiner Besprechung einbeziehe.

Die Pars intramuralis umfasst den obersten Abschnitt der Urethra, von dem Orificium urethrae internum bis zum Beginne der Pro-

statamusculatur, also diejenige Strecke, auf welcher das Rohr die Dicke der Blasenwand durchsetzt. Ich finde mich zur Unterscheidung dieses Abschnittes veranlasst, weil derselbe einmal bei dicker Blasenwand eine verhältnissmässig beträchtliche Länge erreichen kann — bis zu 1 ^{cm} und darüber —, weil er ferner eine besondere Begrenzung aufweist und endlich auch physiologisch und praktisch-medicinisch wichtig ist: er ist der dehnbarste Theil der Harnröhre.

Begrenzt ist derselbe von der Ringmusculatur der Blase, welche namentlich vorn verdickt erscheint, jedoch auch hinten, zum Trigonum vesicae hin, in unmittelbarer Nachbarschaft des Rohres noch als besondere Schicht erweisbar ist. Dieser Abschnitt der Blasenmusculatur bildet den Annulus urethralis vesicae (*BNA*).[1] Der vordere besonders leicht unterscheidbare Theil ist in der Figur mit 5 (Annulus urethralis I), der hintere mit 10 (Annulus urethralis II) bezeichnet. Dittel[2] nannte ihn »Annulus prostaticus«. Diese Bezeichnung passt nicht gut, da die Musculatur des Annulus nicht zur Prostata, sondern entschieden noch zur Blase gehört. Ich glaube hier schärfer in der Musculatur unterscheiden zu sollen, als dies bisher üblich war. Gestützt auf die im Berliner anatomischen Institute ausgeführten Untersuchungen von O. Kalischer gebe ich an, dass fast nur die Musculatur des Trigonum vesicae in die Prostata übergeht und zu einem Bestandtheile des Musculus prostaticus wird. Diese aus glatten Fasern bestehende Musculatur zieht vom Trigonum her schräg nach vorn und abwärts um den oberen Theil (*b*) der Pars prostatica der Harnröhre herum (11 und 15 der Figur). Sie bildet der Hauptsache nach das, was Henle als Sphincter vesicae internus benannt hat. Der Rest der Blasenmusculatur geht nicht in die Prostata über, sondern umgiebt zum grössten Theile als Annulus urethralis die Pars intramuralis urethrae.

Ich übergehe den zweiten Theil der Harnröhre, die Pars prostatica, da sie mir zu erneuter Beschreibung nur wenig Anlass bot. Zur Erläuterung der Figur und zweier von mir gebrauchten Namen sei indessen bemerkt, dass vom Musculus trigoni urogenitalis (Transversus perinei profundus Henle) die von Henle als Sphincter vesicae externus bezeichnete Muskellage in den vorderen Abschnitt der Prostata übergeht und, nach oben immer schwächer werdend, fast bis zur Pars intramuralis hinaufreicht. Diese Portion gestreifter Muskeln (in der Figur das oberhalb 21 sich aufwärts erstreckende rothe schmale

[1] Mit der Chiffre *BNA* (Baseler Nomina anatomica) ist die Benennung gekennzeichnet, welche von der anatomischen Gesellschaft auf ihrer IX. Tagung 1895 in Base[l] angenommen worden ist.

[2] Dittel, L., Stricturen der Harnröhre. Deutsche Chirurgie, herausgegeben vo[n] Billroth und Lücke. Lieferung 49. Stuttgart, Enke. 1880 (S. 12).

Feld) bildet mit dem M. trigoni urogenitalis (21 und 22 in der Figur) den willkürlichen Schliessmuskel der Harnröhre, Rhabdosphincter urethrae m.; den mit 11 und 15 bezeichneten glatten Schliessmuskel nenne ich den Lissosphincter urethrae.

Die Unterscheidung der beiden Abschnitte *b* und b_1 an der Pars prostatica der Harnröhre gründet sich bekanntlich auf die wichtige Thatsache, dass mit b_1 die Harnröhre zugleich auch Ausführungsweg des männlichen Geschlechtsproductes wird — s. die Mündung des Ductus ejaculatorius, 12 in der Figur), während nur die Strecken *a* und *b* reine Harnröhre sind. Der Abschnitt *b* zeigt beständig im ausgedehnten Zustande eine nach hinten gerichtete, meist geringe Erweiterung, die Fossula prostatica urethrae. Dieselbe kann jedoch, namentlich im höheren Alter, beträchtlicher werden; dann bildet sich hinter und unter dem Annulus urethralis eine tiefe Nische, und es erscheint somit die Pars intramuralis von der Pars prostatica scharf abgesetzt. Der Abschnitt b_1 ist immer enger als *b*. Vergl. HIS in *BNA* S. 135.

Für die Pars trigonalis habe ich zunächst die von der bisherigen abweichende Bezeichnung zu begründen. Die *BNA* sind bei dem Namen Pars membranacea verblieben, augenscheinlich wohl, weil er der am meisten verbreitete ist. Es erscheint, Angesichts der vielen Namen, welche im Laufe der Jahre vorgeschlagen wurden, fast als ein Unrecht, noch einen neuen hinzuzufügen; doch haben, ausser dem angeführten: »Pars membranacea«, die übrigen: Pars muscularis AMUSSAT, Pars interfascialis THOMPSON, Portion symphysiaire PORTAL, Pars pelvina H. MEYER, Pars nuda autt., Isthmus urethrae autt. kaum Beachtung gefunden. Am passendsten muss noch die Bezeichnung »Pars muscularis« erscheinen. J. VON GERLACH in seinem Lehrbuche: Handbuch der speciellen Anatomie des Menschen in topographischer Behandlung, München und Leipzig 1891, S. 746, behält die Pars membranacea bei, theilt sie jedoch in zwei Unterabtheilungen: Pars diaphragmatica und Pars praediaphragmatica. Dieser Eintheilung muss ich auf Grund meiner Untersuchungen ebenfalls folgen; doch ersetze ich die Namen durch Pars trigonalis und Pars praetrigonalis. Die Collectivbezeichnung »Pars membranacea« lasse ich ganz fallen. Es empfiehlt sich in der That nicht, dieselbe beizubehalten, weil eben auf dieser Strecke die Urethra keineswegs bloss einen häutigen Kanal darstellt, sondern eine innig mit ihr verbundene Muskelschicht besitzt, den Musculus trigoni urogenitalis, der, wie eben bemerkt, die Hauptmasse des Rhabdosphincter urethrae bildet (M. urethralis GEGENBAUR), aus der der häutige Urethralkanal nur künstlich herauspraeparirt werden kann. Somit dürfte der Name auch zu Irrthümern in praktisch medicinischer Beziehung führen. Ein topo-

graphischer Hinweis in der Bezeichnung ist bei Weitem vorzuziehen. Dieser Hinweis liegt in dem GERLACH'schen Namen »Pars diaphragmatica«; derselbe hat noch den Vorzug, sich an die *BNA* anzuschliessen, welche ein Diaphragma pelvis und ein Diaphragma urogenitale unterscheiden. Ich habe mich jedoch nicht dazu verstehen können, ein Diaphragma urogenitale in Gebrauch zu nehmen, weil das Wort Diaphragma, so gut es auf den Musculus levator ani mit seinen Fascien passt, so wenig dem HENLE'schen Musculus transversus perinei profundus mit seinen aponeurotischen Bekleidungen gerecht wird. Diese Bildung verhält sich durchaus nicht wie ein Diaphragma, und ich sehe mich genöthigt, so ungern ich es thue, auch hier von den *BNA* abzuweichen und zu der alten kürzeren und bequemer zu sprechenden Bezeichnung: Trigonum urogenitale zurückzukehren. So nenne ich denn auch den in dem Trigonum befindlichen Muskel, der mit der Harnröhre in unmittelbare Verbindung tritt, Musculus trigoni urogenitalis, und den Theil der Harnröhre, welcher durch das Trigonum verläuft, Pars trigonalis (*c*, Fig.). Derjenige Abschnitt, welcher unmittelbar distalwärts darauf folgt, die Pars praediaphragmatica J. VON GERLACH's, muss dann folgerichtig Pars praetrigonalis benannt werden (*d*, Fig.). Auf diese beziehen sich hauptsächlich meine eigenen Untersuchungen.

Was zunächst die Pars trigonalis anlangt, so ist ihr Übergang in die Pars prostatica ein unmerklicher, zumal sich der Rhabdosphincter urethrae nach oben eine ansehnliche Strecke weit in die Prostata fortsetzt. Die Harnröhre beginnt mit diesem Abschnitte schon ihre bislang fast senkrechte Verlaufsrichtung zu ändern, zur Curvatura subpubica hin. Somit wird der Musculus trigoni urogenitalis in schiefer Richtung von ihr durchsetzt. Die musculöse Vorderwand der Harnröhre ist länger als die hintere. Hier tritt nun, vor dem untersten Muskelabschnitte des Rhabdosphincter gelegen, das HENLE'sche Ligamentum transversum pelvis (26, Fig.) zu ihr in eine wichtige Beziehung. Dasselbe bildet das vorderste, leicht schnabelförmig zugespitzte Ende des Rhabdosphincter, dessen aponeurotische Bekleidungen in dieses Querband auslaufen. Man kann also auch sagen, dass das Trigonum urogenitale, insofern wir darunter den Musculus trigoni urogenitalis mit seinen Aponeurosen verstehen, vorn mit dem Ligamentum transversum pelvis HENLE's ende. Da nun, wie wir alsbald sehen werden, unmittelbar vor diesem Bande die dünnste Stelle der Harnröhrenwand sich befindet, so kann leicht, bei stark ausgebildetem Bande und zu starker Führung des Katheterschnabels nach vorn, hier ein Hinderniss bei der Einführung von Kathetern und ähnlichen Instrumenten entstehen.

In Anbetracht der Thatsache nun, dass dies kleine Querband in einem argen Missverhältnisse zur Grösse des Beckens sich befindet, scheint mir der HENLE'sche Name, Ligamentum transversum pelvis, wenig passend zu sein; es dürfte sich hier, in Rücksicht auf die erwähnten Beziehungen zur Urethra, der von mir gewählte Terminus, »Ligamentum praeurethrale« empfehlen.

An der Pars praetrigonalis sind die vordere Wand, die hintere Wand und die Übergänge in die Pars trigonalis und die Pars cavernosa zu besprechen.

An der vorderen Wand tritt das Corpus cavernosum urethrae nicht bis unmittelbar an das Ligamentum praeurethrale heran, sondern es bleibt eine 2–3^{mm} lange Strecke ohne cavernösen Belag, wenn wir von dem Venennetze, welches in der Schleimhaut der Urethra selbst liegt und dieselbe in ihrer ganzen Länge begleitet, absehen. Nur eine dünne Lage glatter Muskeln verstärkt bekanntlich noch die Wandung; sonst stösst die Harnröhre hier nach vorn unmittelbar an das lockere subsymphysiäre Bindegewebe. Will man etwas als »Pars nuda« urethrae bezeichnen, so passt der Name auf diese Strecke (32, Fig.). Der Anfang des Corpus cavernosum urethrae oben ist mit 33 beziffert. In den verschiedenen Specialabhandlungen und Handbüchern ist dies Verhalten theils abgebildet, dabei aber nicht beschrieben, wie z. B. bei GERLACH a. a. O., theils auch nicht abgebildet, wie bei HENLE. — K. VON BARDELEBEN zeichnet in seinem Atlas der topographischen Anatomie Fig. 91 eine sehr grosse nackte Harnröhrenstrecke. TESTUT, Traité d'anatomie humaine, III édit. T. III Fig. 258 et 262, bespricht dies wichtige Verhalten am meisten eingehend; aber die Abbildungen geben gewisse Dinge, wie das Verhalten des Musculus trigoni urogenitalis und des Überganges der Pars praetrigonalis in die Pars trigonalis anders, als ich es an meinen Praeparaten sehe. Meine Figur, die aus einer Anzahl Schnittbildern zusammengesetzt ist, entspricht am meisten dem BRAUNE'schen Durchschnitte, Taf. I*B* seines topographischen Atlas. Bei dieser Lage der Dinge glaubte ich doch noch einmal die Sache erörtern zu sollen.

Ebenso bemerkenswerth ist das Verhalten der hinteren Wand. Dieselbe ist regelmässig nach dem Bulbus urethrae hin ausgebuchtet, so dass die von HYRTL so benannte Fossa bulbi (28, Fig.) entsteht. Eine mittlere Grösse derselben ist in der Figur wiedergegeben worden. Sie tritt in sehr wechselndem Kaliber auf; auch ihre Längenausdehnung ist verschieden. Offenbar besteht zwischen der Bildung des Bulbus und der Fossa bulbi urethrae ein correlates Verhältniss. GERLACH, a. a. O. Fig. 143, bildet die Fossa bulbi als einen ziemlich scharf von der übrigen Harnröhre abgesetzten Blindsack ab und beschreibt dieselbe

übereinstimmend mit dieser Abbildung als »Recessus bulbosus«. Auch richtet sich in der citirten Abbildung der Blindsack nach oben zum Musculus trigoni urogenitalis hin. Ich bestreite selbstverständlich nicht das Vorkommen solcher Fälle; sie sind praktisch auch ungemein wichtig, da sie sehr leicht Veranlassung zur Bahnung falscher Wege bei Einführung von Instrumenten geben können, was seit Langem insbesondere die englischen Chirurgen betont haben. Aber ich muss ausdrücklich hervorheben, dass Fälle, wie der von GERLACH abgebildete, zu den Ausnahmen gehören. In der Regel ist die Erweiterung eine allmählich beginnende und ablaufende und erstreckt sich, wie in der hier gegebenen Figur, gegen das Centrum des Bulbus hin.

Bei alten Leuten fand ich die Fossa bulbi urethrae meist geräumiger als bei jüngeren.

Um zu entscheiden, ob man es in dieser Bildung mit einer für die Harnröhre charakteristischen und physiologisch bedeutsamen Einrichtung zu thun habe, untersuchte ich eine ganze Reihe von Harnröhren von älteren Foetus bis zum Greisenalter hin. Als Ergebniss zeigte sich, dass die Fossa bulbi schon bei älteren Foetus zusammen mit dem Bulbus urethrae auftritt, während des kindlichen Alters aber gering entwickelt bleibt. Deutlicher tritt sie dann mit dem Eintritte der Geschlechtsreife in die Erscheinung. Niemals vermisste ich die Erweiterung ganz. Diese Befunde sprechen gleichfalls für die vorhin erwähnte Correlation zwischen Fossa bulbi und Bulbus, sowie für eine physiologische Bedeutung der Fossa. Ich vermuthe die letztere in einer Beziehung zur Ejaculation und erblicke in der Urethralerweiterung eine Art Receptaculum seminis, in welcher sich ein grösserer Theil der Samenflüssigkeit während der der Ejaculation voraufgehenden geschlechtlichen Erregung ansammelt, um bei der Ejaculation wirksam vom M. bulbocavernosus gefasst und ausgetrieben werden zu können. Auch für die Entleerung der letzten Harnreste kommt dies vielleicht in Betracht.

Distalwärts geht die Fossa bulbi ganz allmählich in das engere Kaliber der Pars cavernosa über, während proximal (bei 25 in der Figur) eine deutliche Verengerung, die ich als »Angustia urethrae« bezeichne — collet du bulbe der französischen Autoren —, besteht. So schroff wie sie TESTUT in seinen angezogenen schematischen Figuren zeichnet, ist sie indessen wohl nur selten; ich wenigstens fand keinen so scharf ausgesprochenen Fall. Dieser Harnröhren-Isthmus erscheint im Lichte der eben ausgesprochenen Meinung über die Bedeutung der Fossa bulbi auch nicht ohne physiologischen Werth.

In meinem Buche über die topographische Anatomie des Beckens bin ich näher auf die praktische Wichtigkeit der Fossa bulbi, im Vereine

mit der dünnen Stelle der Vorderwand und der Angustia urethrae, eingegangen. Eine Wiederholung des dort Gesagten ist um so weniger erforderlich, als es ohne Weiteres einleuchtet, dass ein zu starkes Vordrängen nach hinten ebenso wie nach vorn, zumal man die Augustia urethrae vor dem Katheterschnabel hat, bei der Einführung von Instrumenten verhängnissvoll werden kann. Hierin scheint mir in der That der Schwerpunkt der Sache bei der Sondirung der Harnwege zu liegen.

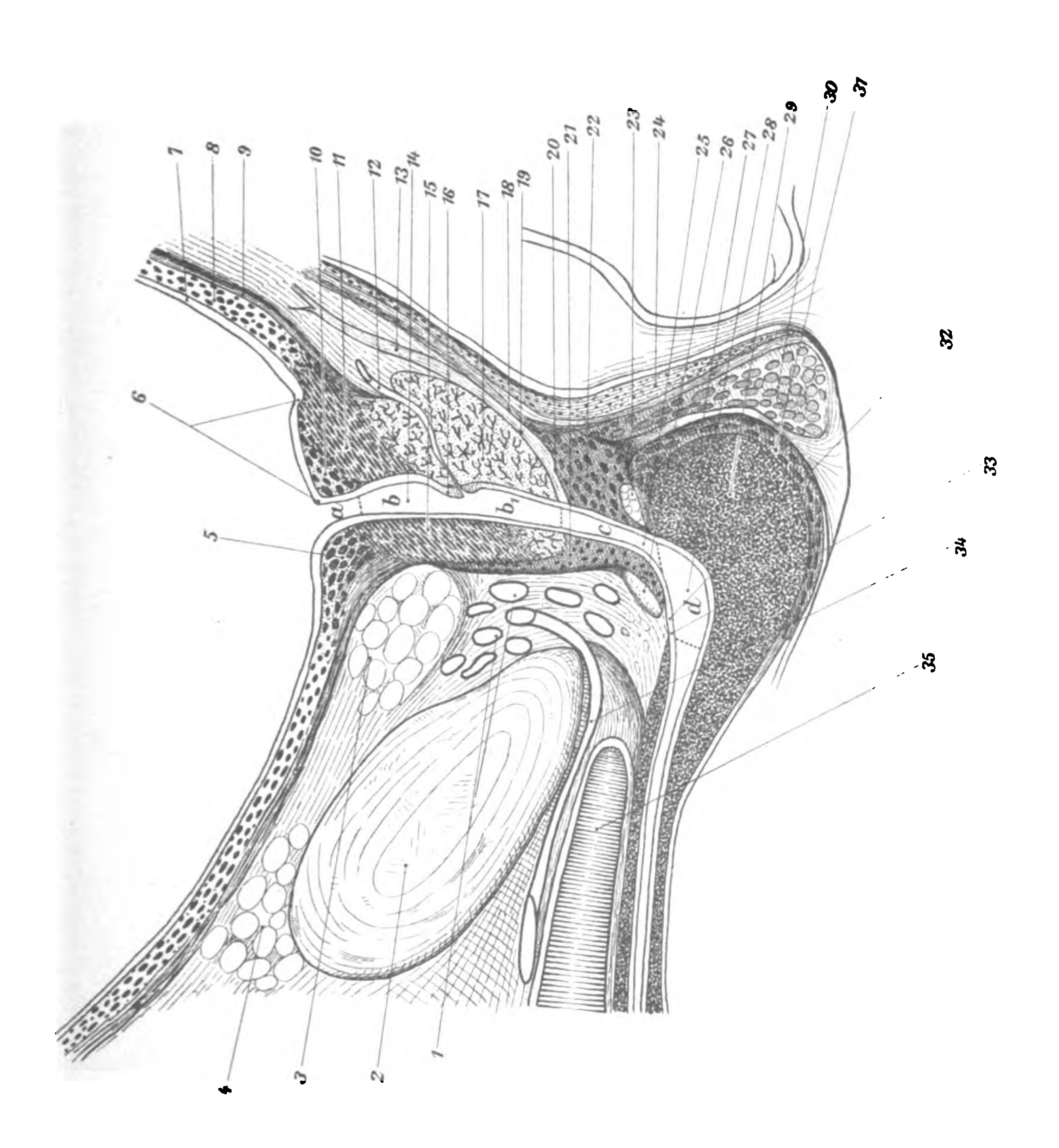
Es giebt verschiedene Typen in der Form und im Laufe der männlichen Harnröhre, welche noch in Kürze erwähnt werden sollen. Als erste Form sind die Urethrae mit kurzem und steil laufendem Obertheile aufzuführen. Wir verstehen unter Obertheil die Gesammtheit der hier betrachteten Abschnitte, also die Pars intramuralis + prostatica + trigonalis + praetrigonalis. Eine zweite Form zeigt steilen Verlauf, aber einen langen Obertheil; dahin gehört das in der Figur gezeichnete Beispiel. Als dritten Typus müssen wir einen Obertheil mit starker (nach hinten convexer) Krümmung bezeichnen. Die erste Form ist charakteristisch für das kindliche Alter, kann sich aber auch — vielleicht hie und da als Hemmungsbildung — im späteren Leben erhalten. Die dritte Form gehört häufig dem Greisenalter an; ein langer Obertheil ist wesentlich auf Rechnung der Prostata zu setzen.

Erklärung der Tafel.

1. Plexus venosus pudendalis.
2. Symphysis ossium pubis.
3. Corpus adiposum praevesicale inferius
4. » » » superius.
5. Annulus urethralis I.
6. Trigonum vesicae.
7. Mucosa vesicae.
8. Stratum musculare internum vesicae.
9. Stratum musculare externum vesicae.
10. Annulus urethralis II.
11. Lissosphincter urethrae I.
12. Ductus ejaculatorius.
13. Fascia rectovesicalis.
14. Pars prostatica urethrae (Fossula prostatica).
15. Lissosphincter urethrae II.
16. Colliculus seminalis.
17. Corpus glandulare prostatae.
18. Fascia recti.

19. Fascia prostatae.
20. Aponeurosis superior trigoni urogenitalis.
21. Musculus trigoni urogenitalis I } Rhabdosphincter urethrae.
22. » » » II }
23. Glandula bulbourethralis.
24. Musculus sphincter ani internus.
25. Angustia urethrae (Collet du bulbe).
26. Ligamentum praeurethrale.
27. Musculus bulbocavernosus.
28. Fossa bulbi urethrae.
29. Bulbus urethrae.
30. Musculus sphincter ani externus.
31. Musculus bulbocavernosus.
32. Pars nuda urethrae.
33. Initium corporis cavernosi urethrae superioris.
34. Vena dorsalis penis.
35. Septum corporum cavernosorum penis.

Ausgegeben am 23. März.



Waldeyer: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre.

1899.
XV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

---

16. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. Vahlen las: »Bemerkungen zum Ennius«.

Die Aufschriften der drei Abschnitte sind 1. Marcellus in Ennius' Annalen; 2. ein Wechselbalg; 3. Augustinus und Ennius' *Euhemerus*.

Bemerkungen zum Ennius.

Von J. Vahlen.

1. Marcellus in den Annalen.

Dass M. Marcellus, der Eroberer von Syracus, in Ennius' Annalen seinen Platz gehabt habe, würde man glauben, auch wenn ihn Cicero nicht unter den römischen Helden aufführte, denen das Lob des Dichters in besonderm Maasse zu Theil geworden. *Carus fuit,* sagt Cicero (*pro Arch.* 9, 22), *Africano superiori noster Ennius; cuius laudibus certe non solum ipse qui laudatur sed etiam populi Romani nomen ornatur; in caelum huius proavus Cato tollitur: magnus honos populi Romani rebus adiungitur; omnes denique illi Maximi, Marcelli, Fulvii non sine communi omnium nostrum laude decorantur. ergo illum qui haec fecerat Rudinum hominem maiores nostri in civitatem receperunt.* Aber ein Bruchstück, das an Marcellus' Namen sich knüpfen liess, war bisher nicht aufgewiesen; vielleicht gelingt es mit einem kleinen Fetzen, den der Berner Interpret des Virgil aufbewahrt hat, der zu dem Vers der *Georgica* IV 72 (*vox auditur fractos sonitus imitata tubarum*) anmerkt *inde Ennius in VIII ait »tibia Musarum pangit melos«*.

Die neuern Herausgeber des Ennius haben es eilig gehabt, das auf den ersten Blick nicht klare Bruchstück mit ihren Verbesserungen heimzusuchen. So schreibt der eine *tibia mustarum pangit melos,* vermuthlich, weil ihm eingefallen war (denn er sagt es nicht), dass der Mystenchor in Aristophanes' Fröschen zur Flöte seine Gesänge aufführt (313. 318), aber was das mit Ennius' Vers und dem achten Buch seiner Annalen zu thun habe, hat er wohl kaum gefragt. Ein andrer nicht minder mit sich zufriedener Kritiker hat für den Genetiv *Musarum* das Adjectiv *musaeum* gesetzt und wiederholt so ediert, weil er sich erinnert hatte, dass Lucretius *musaea mele* nennt, wie dieser das Adjectiv ein, zwei Mal auch sonst gebraucht; aber er hat nicht dacht, dass was *musaeum* enthält der Genetiv *Musarum* nicht schlech ausdrückt, und vielleicht ergiebt sich noch, warum dies besser w und dass es nicht ohne Absicht gewählt worden. Den Genetiv schützen hatte A. Nauck den Vers des Ennius zu dem griechisch Tragikerfragment (*Trag. Fragm.* II S. 946 n. 546, 10) gestellt

τὸν γὰρ Ὀρφέα λαβὼν
ἅπαν τε μουσῶν ἐννεάφθογγον μέλος
οὐκ ἂν πίθοιμι γαστέρ' ἀλλὰ δεῖ βίου,

dessen μουσῶν μέλος Ennius, wie er meint, wiedergegeben habe (*expressit*): was mir nicht glaublich scheint; aber wie dem sei, mit Unrecht hat er αὐτῶν geschrieben für ἅπαν (a. a. O. u. Herm. 24, 451), das dem Gedanken dient, der vom Einzelnen zum Allgemeinen aufsteigt: 'Orpheus und den gesammten neunstimmigen Gesang der Musen' d. i. 'Orpheus und alle neun Musen', ungefähr wie Juvenal schreibt (VIII 131) *licet a Pico numeres genus, altaque si te nomina delectant, omnem Titanida pugnam inter maiores ipsumque Promethea ponas,* oder (V 56) *pretio maiore quam fuit et Tulli census pugnacis et Anci et ne te teneam Romanorum omnia regum frivola*; und wie 'die neun Musen', 'alle neun Musen' öfters mit Nachdruck genannt werden, z. B. bei Theokrit ταῖς ἐννέα δὴ πεφιλαμένον ἔξοχα Μοίσαις oder Horaz *acceptusque novem Camenis*, u. Odyssee 24, 60. Aber auch darin irrte Nauck, dass er in den Worten des Ennius *clangit* gesetzt hat für *pangit*, das, wie ich anderswo zu zeigen versuchte, von der *tibia*, von der man *canere* sagte, nicht anders und nicht minder passend gebraucht ist als vom Dichter *panxit facta* und *carmina pangere* oder *pangere versus*, und bei Ennius *carmen tuba sola peregit* (s. Prooem. 1894/95 S. 5 f.).

Wie viel besser und vorsichtiger wäre es gewesen, vor Allem zuzusehen, was der Scholiast des Virgil mit der Anführung des Ennianischen Verses bezweckte und welchen Sinn er hineingelegt habe. Denn unser Verständniss hängt an dem, was der Interpret, der den Zusammenhang kannte, uns verräth.

Es ist die schöne Schilderung von den Kämpfen der Bienenkönige, die in ihrem Zusammenhang so lautet

sin autem ad pugnam exierint (nam saepe duobus
regibus incessit magno discordia motu;
continuoque animos vulgi et trepidantia bello
70 *corda licet longe praesciscere: namque morantis*
Martius ille aeris rauci canor increpat et vox
auditur fractos sonitus imitata tubarum;
tum trepidae inter se coeunt usw.

Wenn nun der Erklärer zu dem V. 72, der mit dem V. 71 in Eins sich verbindet, das Citat des Ennius fügt *inde Ennius in* VIII *ait* »*tibia Musarum pangit melos*«, so wollte er wohl andeuten, dass im Gegensatz gegen den *Martius canor rauci aeris* und die *fracti sonitus tubarum*, also den kriegerischen Klang der Trompete, die *tibia* die Anwendung finde, die der Vers des Ennius bezeichnet, *tibia* **Musarum** *pangit melos*, worin der Nachdruck, wie man jetzt sieht, auf *Musarum* liegt,

das abändern zu wollen den Gedanken verderben heisst. Und wie *Musarum* ungefähr den Sinn enthält, den Euripides ausdrückt, wenn er sagt *ὅσῳ τε πολέμου κρεῖσσον εἰρήνη βροτοῖς, ἣ πρῶτα μὲν Μούσαισι προσφιλεστάτη* (Suppl. 489), so könnte man den beabsichtigten und vom Scholiasten angedeuteten Gegensatz in der Verwendung der beiden musikalischen Instrumente, den Vers füllend, vielleicht so zum Ausdruck bringen: *tibia Musarum pangit melos*, [*at tuba Martis*] scil. *melos pangit*, und würde um so mehr begreifen, dass *Musarum* den Kern des Gedankens enthielt, dem *Martis* entgegengesetzt ist, etwa wie bei Diodor (v 31, 5) es heisst *καὶ παρὰ τοῖς ἀγριωτάτοις βαρβάροις ὁ θυμὸς εἴκει τῇ σοφίᾳ καὶ ὁ Ἄρης αἰδεῖται τὰς Μούσας.*

Beide Instrumente in ihrer charakteristischen Besonderheit werden oft genannt: von der kriegerischen und für den Krieg bestimmten *tuba* schreibt Ennius *At tuba terribili sonitu taratantara dixit* (*Ann.* II, fr. XVIII und das dort Angem.); ähnlich Virgil (IX 501) *At tuba terribilem sonitum procul aere canoro increpuit*, und Silius Italicus (IX 554) *abit Gradivus in altas cum fremitu nubes quamquam lituique tubaeque vulneraque et sanguis et clamor et arma iuvarent* und Plinius *Ep.* II 7, 1 *qui numquam in acie steterunt, numquam castra viderunt, numquam denique tubarum sonum nisi in spectaculis audierunt*, ebenso von der *σάλπιγξ* der Griechen, der *Θυρσηνικὴ σάλπιγξ*, von der Diodor (v. 40) sagt, dass sie *εὐχρηστοτάτη εἰς τοὺς πολέμους* sei. Nicht minder oft geschieht der zu friedlicheren und fröhlicheren Zwecken dienenden *tibia* Erwähnung, wie bei Lucretius (IV 584) *chordarumque sonos fieri dulcesque querellas tibia quas fundit digitis pulsata canentum*, bei Horatius (*epod.* 9, 5), bei Ovid (*Fast.* VI 659) und öfter. Bisweilen auch erscheinen sie beide, wie (nach unserer Vermuthung) in dem Vers des Ennius, und in verwandtem Gegensatz, zusammengeordnet, wie z. B. bei Properz (II 7, 12), zu dessen Versen Hr. Rothstein Entsprechendes anführt.

Doch wie man den unvollständigen Vers des Ennius ergänzt, in der von mir versuchten Weise oder anders, der Gegensatz bleibt derselbe, und der Sinn des erhaltenen Stückes kann, wie das Zeugniss des Scholiasten ergiebt, kein anderer gewesen sein. Und dieser Sinn, wie wir ihn festgestellt haben, hilft uns auch dem Bruchstück seinen Platz anzuweisen, von dem das Scholion zu Virgil bezeugte, dass es dem achten Buch der Annalen, d. h. der Darstellung des Hannibalischen Krieges, entnommen sei. Zu dem Jahre 543 a. u. berichtet Livius (XXVI, 21) dass Marcellus, nachdem er Syracus eingenommen und die Provinz Sicilien geordnet hatte, nach Rom zurückgekehrt sei, ihm aber den Triumph, den er verlangt, versagt und nur gestattet worden, *ut ovans urbem iniret.* Dasselbe erzählt umständlicher im Leben des Marcellus

(c. 22) Plutarch, der dabei Anlass nimmt, über den Unterschied in der kriegerischen Ausrüstung des *triumphus* und dem mehr friedlichen Charakter der *ovatio* sich zu verbreiten, indem er von der letztern u. a. bemerkt: *πέμπει δὲ αὐτὸν οὐκ ἐπὶ τοῦ τεθρίππου βεβηκὼς οὐδὲ δάφνης ἔχων στέφανον οὐδὲ περισαλπιζόμενος, ἀλλὰ πεζὸς ἐν βλαύταις ὑπ' αὐλητῶν μάλα πολλῶν καὶ μυρρίνης στέφανον ἐπικείμενος ὡς ἀπόλεμος καὶ ἡδὺς ὀφθῆναι μᾶλλον ἢ καταπληκτικός*, wonach also nicht die *tuba* oder *σάλπιγξ*, sondern *tibicines*, diese in grosser Zahl, den Feldherrn auf diesem Gange begleiteten. Und wenn Plutarch in der Erläuterung dieses Gegensatzes zwischen dem *Ἄρηιος θρίαμβος* und der *ἀπόλεμος καὶ πανηγυρικὴ πομπὴ* der *ovatio* schreibt, *καὶ γὰρ ὁ αὐλὸς εἰρήνης μέρος καὶ τὸ μύρτον Ἀφροδίτης φυτόν, ᾗ μάλιστα θεῶν ἀπέχθεται βίᾳ καὶ πολέμοις*, so gewährt das erste Sätzchen uns einen Gedanken genau dem entsprechend, den wir in dem Vers des Ennius zu erkennen meinten.

Sollte es unglaublich sein, dass Ennius bei derselben Gelegenheit ausgeführt habe, was uns bei Plutarch vorliegt? Denn dass Plutarch's Darstellung als letzte Quelle auf Ennius' Gedicht zurückgehe, behaupte ich nicht, zumal die Quellenanalyse bei den römischen Biographien Plutarch's im Allgemeinen (einige Ausnahmen abgerechnet) wenig festes Ergebniss erzielt hat und bei der des Marcellus, soviel ich weiss, nichts Verlässliches gewonnen worden (vergl. H. Peter, Die Quellen Plutarch's in den Biographien der Römer, Halle 1865, S. 79). Aber mir genügt es, eine Darstellung aufgewiesen zu haben, in welche der Ennianische Vers, so wie er richtig gedeutet worden, fest und wie von selbst sich einfügt.

Vielleicht gelingt es mit Hülfe Plutarch's noch einen freilich unsichern Vers des Ennius der Geschichte des Marcellus einzuflechten. Es ist eine wahrscheinliche Vermuthung von Müller, dass der bei Diomedes p. 447 als Beispiel des *parhomoeon, cum verba similiter incipiunt*, ohne Dichtername angeführte Vers *machina multa minax minatur maxima muris*, in welchem nur *minitatur* für *minatur* (nicht *molitur*) zu schreiben sein wird, ein Ennianischer sei und in die Annalen gehöre. Dass es kein vom Grammatiker ersonnener ist, dafür spricht vielleicht schon der Anklang *mentula magna minax* bei Catullus. Ist aber der Vers von Ennius, so würde man bei dieser die Mauern bedrohenden *machina maxima* an Marcellus' Belagerung von Syracus denken können, bei der Plutarch im Leben des Marcellus (c. 14) u. A. Folgendes berichtet: *προσβολὰς ἐποιεῖτο κατὰ γῆν ἅμα καὶ κατὰ θάλατταν, Ἀππίου μὲν τὸν πεζὸν ἐπάγοντος στρατόν, αὐτὸς δὲ πεντήρεις ἔχων ἑξήκοντα παντοδαπῶν ὅπλων καὶ βελῶν πλήρεις. ὑπὲρ δὲ μεγάλου ζεύγματος νεῶν ὀκτὼ πρὸς ἀλλήλας συνδεδεμένων μηχανὴν ἄρας ἐπέπλει πρὸς τὸ τεῖχος,*

τῷ πλήθει καὶ τῇ λαμπρότητι τῆς παρασκευῆς . . πεποιθώς. Von dieser μηχανὴ erzählt, nicht ganz übereinstimmend, Livius (xxiv 34) *iunctae aliae binae quinqueremes demptis interioribus remis ut latus lateri applicaretur, cum exteriore ordine remorum velut una navis agerentur, turres contabulatas machinamentaque alia quatiendis muris portabant.* Doch leuchtet von selbst ein, dass und warum diese Vermuthung völlig verlässlich nicht ist, die aber doch den Nutzen hat, durch eine mögliche Combination den Sinn des Verses deutlicher zu machen.

2. Ein Wechselbalg.

Der Grammatiker Diomedes spricht in seiner *Ars grammatica* I p. 400 von Activformen der alten Sprache, für die später Passivbildungen gebräuchlich geworden sind: *plura verba quae vulgo passivo more declinamus, apud veteres diversa reperiuntur enuntiata declinatione.* Und nachdem er die Formen *frustro*, *patio*, *moro* für *frustror*, *patior*, *moror*, ferner *demolio auxilio populo digno* angeführt, bringt er zur Bekräftigung die Beispiele aus alten Dichtern und Schriftstellern nach: *frustro ait Gaius Caesar apud milites de commodis eorum »non frustrabo vos milites«; item patio Naevius in Proiecto »populus patitur« inquit »tu patias«; moro item Naevius in eodem »quid moras? Quia imperas«; item Pacuvius in Hermiona »paucis absolvit ne moraret diutius«; Ennius »an aliquid quod dono illi morare sed accipite«; demolio Varro in poetico libro »et tamen non demolio rostra«; idem in epistolicarum quaestionum »demolivit tectum«; item Naevius in Corollaria »haec demolite« inquit; item auxilio ait Gracchus adversus Furnium »quibus ego primus quo modo auxiliem«; populo ait Plautus in Feneratrice »quae ego populabo probe«; digno ait Pacuvius in Hermiona »cum neque aspicere aequales dignarent«.*

Den Vers des Ennius, um deswillen die andern Belegstellen mit anzuführen waren, hatte ich, da die hergebrachte Schreibung weder Sinn und Sprache noch die Versform befriedigte, 1854, noch bevor H. Keil den Diomedes mit neuen handschriftlichen Mitteln herausgab (1857), so herzustellen versucht: ». . *ten aliquid quod dono nil morare? sed accipe*«, im Gedanken nicht unangemessen, namentlich in dem zum Ausdruck gebrachten Gegensatz des *nil morare quod dono* und *accipe*, aber mangelhaft in der metrischen Form. Daher suchte man hier nachzuhelfen, ohne den empfohlenen Gedankenausdruck aufzugeben. So schlug Fleckeisen wenigstens *en* für *sed* vor; Keil ». . *an aliquid quod dono nil morares? accipe*«; *item demolio*; Ribbeck in der zweiten Bearbeitung der Komikerfragmente (1873) p. 5 »*an aliquid quod dono, fili, nil morares? accipe, em*«; Bücheler ebenda »*an aliquid quod do nil morat sed accipit*«. Allein diese verschiednen Versuche liessen alle zu wünschen, und

keinem von ihnen hätte man leicht überzeugende Sicherheit nachgerühmt, mochte man den Ausdruck an sich betrachten oder die Schreibung an den Zügen der Handschriften messen.

Was Wunder, dass man endlich absprang und auf anderm Wege Heil zu finden suchte? Von der Beobachtung daktylischen Tonfalls in den Schlussworten des Verses *morare sed accipite* ausgehend, gerieth J. M. Stowasser (denn er war es zuerst, und seinen Gedanken hat später mit geringen Abänderungen L. Müller sich angeeignet) auf den überraschenden Einfall, dass in den drei ersten Silben des Verses *an ali(quid)* das Citat *anali* stecke. Er schrieb demnach *Ennius annali* VI »*id quod do nolite morare, sed accipite,* [*ite*], und erörtert die Verwendung, die dem so corrigierten Verse zu geben sei, den er mit den von Cicero überlieferten Worten des Pyrrhus, als er die römischen Gefangenen ohne Lösegeld auslieferte (Fr. XII d. n. Ausg.), in Verbindung bringt[1] (Wiener Studien IV. 1882 S. 134).

Die Vermuthung war blendend und wirkte bestrickend, liess aber in der Form des Verses noch freies Spiel. Und wieder schloss sich an den neuen Ausgang eine Reihe von Versuchen an. E. Bährens, immer dem Neuesten zugethan, stellte sich ganz auf Stowasser's Seite, nur dass er für *accipite* [*ite*] lieber *accipite* [*a me*] gesetzt wünschte. L. Müller schrieb mit kühner Hand, was er zweimal ediert hat, *Ennius annali* [*quid*] »*quod dono, noli remorare, sed accipe laetus*« oder *annali* »*quidquid do noli*«, indem er zerstörte, was die ursprüngliche Form noch von äusserer Wahrscheinlichkeit bewahrte, davon nicht zu reden, dass *remorare* an Diomedes keine Stütze findet. In der Erklärung aber geht auch er mit Stowasser, mit dem er den Vers dem VI. Buch der Annalen und dem Pyrrhus zuschreibt. Selbst Ribbeck's dritte Bearbeitung der römischen Tragiker- und Komikerfragmente (1898) II S. 6 giebt den früher mit mir der Komödie zugewiesenen Vers preis und verweist ihn 'mit L. Müller' an die Annalen. Und Fr. Leo urtheilt (Plautin. Forschungen S. 84), Ennius Komödie sei bis auf vier Citate bei Nonius verschollen: 'den Vers bei Diomedes p. 400 hat L. Müller mit Evidenz den Annalen zugeschrieben: zu lesen wird sein '*quin quod do nolite morare sed accipite a me*, die Ergänzung nur als Beispiel'. Man sieht auch hier, wie öfters, man braucht nur kühn Fremdes sich anzueignen, dann sitzt der angemasste Besitz fest. Doch sehen wir zu, wie weit die von Leo gepriesene Evidenz reicht.

Hat man *anali* (mit oder ohne *VI*) vom Vers abgetrennt, so ist es nicht etwa schon hergestellt, sondern bleibt dann erst recht das

[1] Wenn ich Vertrauen zu der Vermuthung hätte, würde ich doch nicht so erklären, sondern vielmehr an die Bestechungsversuche des Cineas denken, von denen Livius erzählt XXXIV 4, 6 u. 11 und Varro *de vita populi Romani* bei Nonius p. 532, 7.



Beste zu thun, um ihn lesbar zu machen und einen verständlichen Sinn zu gewinnen; was der versuchten Abtrennung nicht eben sehr zum Vortheil gereicht. Doch sei es um den Verseingang, das ungefällige *id quod*, oder das lächerliche *quidquid*, zu geschweigen der grossen Wahrscheinlichkeit, mit der man *quid* von *aliquid* einfach ausgestrichen hat; auch für Leo's *quin*, *quod d.*, *nolite m.* möchte ich nicht bürgen. Aber sei es: wie verstehe ich den Hauptgedanken *quod do* (*dono*) *nolite morare sed accipite*? soll es sein 'wollet nicht, was ich gebe, aufhalten, sondern nehmet es an'? oder, mit einer Wortstellung, deren Analogie zwar bekannt (Herm. xv S. 261), aber hier schwerlich statthaft ist, 'wollet nicht säumen (aufhalten), sondern nehmet, was ich gebe': in beiden Fällen vermisse ich angemessenen Gegensatz (denn *morare* an sich heisst nicht verschmähen), um so mehr, da auch die ersonnenen Versschlüsse *a me*, *ite*, das eine seltsamer als das andre, dem mangelhaften Gegensatz nicht aufhelfen können. Doch mag es sein, dass ich, was die Kritiker erfunden haben, nicht recht verstehe, deren Zuversicht jedes erläuternde Wort verschmäht.

Wird aber das corrigierte Citat selbst, sei es in der Form *Ennius anali* oder *Ennius anali* VI, womit Stowasser seine Vermuthung stützte, und das in der Form besser war als das blosse *anali*, an Diomedes eigner Weise, wie sich gebührt, gemessen, so zeigt sich, dass es unhaltbar ist und keinen Glauben verdient. Die *Ars grammatica* des Diomedes enthält folgende Citate aus Ennius:

p. 382 *ut Ennius octavo annalium »certare abnueo, metuo legionibus labem«.*

373 *ut Ennius decimo annalium »pinsunt terram genibus«.*

382 *ut Ennius sexto decimo annalium »prandere iubet horiturque«; idem in decimo »horitur induperator«.*

345, 3 *Ennius in Lustris »sublimiter quadrupedantes flammam halitantes«.*

387 *ita ut Ennius in Lustris »nos quiescere aequum est? nomus ambo Ulixem«.*

382 *idem in Telamone »abnuebunt«.*

383 *ut apud Ennium »ova parire solent«.*

385 *item potestur apud Ennium reperimus »nec retrahi potestur imperiis«.*

—— *ut apud eundem Ennium »quis potis ingentes oras evol[...]e belli«.*

447, 18 *ut Ennius »maerentes flentes lacrimantes ac miseran[...]«.*

——, 6 *apud Ennium »eos reduci .. devehi quam deseri mal[...]«.*

345, 1 *ut Ennius »ad eum aditavere«.*

400 *Ennius »an aliquid quod dono illi morare sed accipite*

Dazu kommen einige wenige Citate ohne Ennius' Namen und zum Theil unsichere:

450 *ut »aio te Aeacida Romanos vincere posse«.*

441, 34 *ut »endo suam do«.*

446 *ut »Marsa manus, Peligna cohors, Vestina virum vis«.*

457 *ut »cumque gubernator magna contorsit equos vi«.*

447, 4 *ut »machina multa minax minatur maxima muris«.*

Von den erstern hat Diomedes die Mehrzahl allein und theilt sie mit keinem andern Grammatiker. Wenn also der uns beschäftigende Vers dem VI. Buch der Annalen angehört, wie die Kritiker, die meisten nach dem Inhalt, annehmen, so hätte Diomedes, seiner Weise treu, ihn in der Form einführen können, *Ennius sexto annalium*, oder vielleicht auch *annalium sexto*, oder bloss *sexto*, unmöglich mit *Ennius annali* oder *annali VI.* Und das muss um so gewisser gelten, als die Analogie andrer Citate aus andern Schriftstellern die am Ennius erprobte Weise bestätigen. Einige Beispiele mögen genügen, dies Verhältniss aufzuweisen: 486 *Vergilius in georgicis.* 487 *Vergilius in georgicon secundo.* 349 *Vergilius in undecimo libro.* 483 *apud Vergilium in undecimo* (vergl. die dort weiterfolgenden Citate). 376 *Varro rerum rusticarum primo.* 377 *Cicero Academicorum tertio.* 383 *Claudius annalium quinto decimo.* 412 *Sallustius in primo historiarum libro.* 486 *Lucilius in primo.* 488 *Lucilius in duodecimo.* Also, schliessen wir, was der Verbesserung zu Liebe für den Vers des Ennius ersonnen worden, hat keinen Anhalt an Diomedes' Citiergebrauch, was diesem entsprechend ist, widerstrebt der versuchten Berichtigung und macht sie zu Schanden. Aber die Ennianischen Beispiele, wie zahlreiche andre, lehren auch, dass bei Diomedes der Dichtername allein, ohne Buchangabe stehen konnte, und manche Beispiele lassen erkennen, dass ihm das auch da beliebte, wo, wie an unsrer Stelle, ein blosser Name mitten unter vollständigere Citate gereiht ist, z. B. 343 *Terentius ... Lucretius in tertio ... Plautus in Truculento ... Naevius.* 345 *Ennius ... Pacuvius in Antiopa ... Ennius in Lustris ... Plautus ... Mattius vicensimo Iliados ... Caecilius ... Laberius in Tauro.* 339 *apud Vergilium ... apud Terentium ... Plautus in Pseudulo.* 319 *Cicero in Antonium ... Marsus ... Ovidius ... Vergilius.* Doch genug. Alles zeigt, dass in der Anführung *Ennius »an aliquid quod do* (*dono*)« der blosse Dichtername als Citat nicht dem mindesten Bedenken begegnen konnte. Und wir sollten, um der Anführung eine völlig unnöthige Ergänzung zu schaffen, uns an den Eingangsworten des citierten Verses selbst vergreifen, die einen richtigen Versanfang, und, wie man noch bevor die Form vollständig festgestellt ist, erkennen kann, einen angemessenen Gedan-

keneingang ergeben? Denn was kann richtiger sein, als die mit *An aliquid quod do* (*dono*) anhebende Frage, auch im Hinblick auf die nachfolgenden, wenn auch noch nicht klargestellten Worte? So schrieb Seneca *Troad.* 973 *An aliqua poenae pars meae ignota est mihi?* Virgil *Aen.* VI 719 *o pater, anne aliquas ad caelum hinc ire putandumst?* ebenda 864 *filius anne aliquis magna de stirpe nepotum*, wovon, wer Hexameter wollte, hätte Gebrauch machen können, vor Allem aber sollte an diesen und ähnlichen Beispielen jeder erkennen, dass *an aliquid quod do* (*dono*) ein unantastbarer Versanfang war. So komme ich zurück auf meinen ursprünglichen Gedanken, dem ich nur eine einfachere und wahrscheinlichere Form zu geben versuche: *Ennius »an aliquid quod do nil morares? accipe«. item demolio.* 'Oder etwas, das ich gebe (anbiete), wolltest du nicht haben (nichts danach fragen)? Nimm.' Denn das ist der Sinn des *nil moror*, wie es Horatius (*Ep.* II 1, 264 *nil moror officium quod me gravat*) und Terentius (*Eunuch.* 1, 2, 104) und Andre gebraucht haben: 'ich will nicht, frage nicht danach, will nichts davon wissen.' Was an obiger Schreibung Andern gehört, ist aus dem Vorigen zu entnehmen: es ist aber leicht zu erkennen, dass an Wahrscheinlichkeit der Änderung mit dieser Berichtigung sich keine der übrigen, insbesondere der auf Hexameter gehenden messen kann. Sie beruht aber wesentlich auf der Annahme, dass in Folge falscher Trennung der Buchstaben und Silben die irrthümliche Schreibung entstanden sei. Denn ward *don il* gelesen (oder *ihil*, wie ja oft, auch bei Diomedes z. B. 413, 21, *nihil* statt *nil* geschrieben wird), so stellte sich *dono illi* fast unwillkürlich ein; ebenso *morare ſ;* ward in *morare ſed* verlesen, um von *accipe item*, das in *accipite* überging, nicht zu reden.

Doch was ich von der Trennung von Silben und Buchstaben sage, ist nicht zu Gunsten der Verbesserung in's Blaue ersonnen, sondern berührt eine Eigenheit der handschriftlichen Überlieferung des Diomedes, die sichere Schlüsse auf die Beschaffenheit ihrer Vorlage gestattet. So oft ist nämlich in diesem Text in griechischen Wörtern, in angeführten Versen, in Diomedes' eigener Rede aus Missverständniss oder wegen mangelhaften Lesens die Zusammengehörigkeit von Buchstaben und Silben zertrennt worden. Eine kleine Auswahl von Beispielen, die allenthalben begegnen, möge das Gesagte verdeutlichen und bekräftigen: 394, 5 *accentu acuto elatum*] *accentu auctore latum* 407, 26 *adverbialiter eunt*] *adverbia aliter eunt* (*adverbia litter unt*) 424, 3 *ut Ahala*] *uta ha la* 424, 25 *Thrasea Thracia*] *thrase athrachia* 427, 14 *diphthongis ei*] *dipthon egise* M 428, 22 *leves*] *leve sunt* A 450, 26 *cum Iocasta*] *cum coniux casta* 476, 1 *caprino pede Inuum*] *cum primo pede* (*pedē*) *inunum* 476, 1 *summa montium*] *cum amontium* 415, 20 *sed te qui vivum*] *sedit equi uuum* (*sed equi uium*)

418,9 *aut age diversas*] *aut agendi versus* 428,12 *furias Aiacis Oilei*] *furias aiacis o illi* (*furias aiacisu illi*) 446,1 *Angitiae vitrea te*] *angite aebit reate* 471,16 *cruentata antea caede*] *cruentata ante accede* (*antae caede*) 471,20 *insanias ab*] *insania sub* 490,9 *daturin estis aurum*] *datur inest scaurum* (*isairum*) 429,18 ἄνδρα μοι ἔννεπε μοῦσα] *andram henne pemusa*, vergl. ibid. 27. 499,17 ὦ μάκαρ Ἀτρείδη, μοιρηγενές, ὀλβιόδαιμον] *omacara tride miriyine solbiodemon* 500,10 ἐπεὶ δὴ νῆάς τε καὶ Ἑλλήσποντον ἵκοντο] *epideneas tece* (*epiden astece*) *ellespontoni konto*, vergl. ibid. 13 u. 16.

Ist aber, wie ich darzuthun versuche, der Ennianische Vers ein jambisch-dramatischer, nicht ein daktylisch-epischer, so sollte man, meine ich, über die Zuweisung desselben an die Komödie nicht streiten. Denn wenn Leo behauptet, die Komödie des Ennius sei bis auf die zwei Titel und vier Bruchstücke bei Nonius verschollen gewesen, so möchte ich die Frage entgegenstellen, wer hat des Naevius *Proiectus*, der an unsrer Stelle mit zwei Versen angeführt wird, wer Naevius' *Dementes*, wer Laberius' *Taurus* erwähnt ausser Diomedes allein, und wieviele Verse von Naevius, Caecilius, Turpilius, und von Ennius selbst danken wir einem einzigen Zeugniss des Diomedes? Und ihm sollte es bedenklich sein ein sonst nicht erwähntes Komikerbruchstück des Ennius zuzuweisen?

Jeder Autor will an seinem Maass gemessen sein. Und so geringfügig das Ergebniss dieser Betrachtung ist, den Nutzen hat vielleicht auch sie, dass man auch an diesem Beispiele sehe, auch ein geistreicher Einfall, ohne die unerlässlichen Erwägungen und Beobachtungen, ist doch nur ein Irrlicht, das uns in den Sumpf lockt.

Die Verwandtschaft wird es rechtfertigen, wenn ich noch ein Ennianisches Beispiel unrichtig beurtheilter durch Trennung verdunkelter Schriftzüge mit einem Worte berühre. Charisius p. 240 in dem Abschnitt über die Interjectionen führt zu *euax* Folgendes an: *Euax. Plautus in Bacchidibus* (II 3,13) »*euax aspersisti aquam*« *fili nuntio. Ennius quoque annalium libro* »*aquast aspersa Latinis*«. So ediert Keil aus dem *cod. Neapolitanus.* Aus den *Excerpta Cauchiana* aber, über die er in der Vorrede gesprochen, theilt er im Anhang folgende Schreibung des Ennianischen Verses mit *annalium liber* (über der Zeile: *Euax*) *aquas istas pensa* (über der Zeile: *r*) *lituus*, die deutliche Verwandtschaft zeigt mit der Lesung eines *cod. I. Dousae*, aus dem *aquas istas per litum* angeführt wird, sowie mit der Schreibung der *ed. princ.* »*aquast. Asper a latinis*«. Nun haben die neuern Herausgeber des Ennius die Vermuthung aufgebracht und wiederholt befolgt, dass dem Ennius nur die Worte

euax lituus oder *euax . . lituus* gehörten, die von der Neapolitaner Handschrift überlieferten *aquast aspersa* dagegen aus dem Vers des Plautus, in dem aber nicht *aquast aspersa*, sondern *aspersisti aquam* steht, durch einen man sieht nicht wodurch veranlassten Vermerk auf dem Rande in den Vers des Ennius eingedrungen seien und die ursprünglichen Worte dieses ersetzt hätten. Und doch möchte man glauben, dem unbefangen Zusehenden müsste in die Augen springen, dass die drei angeführten Lesungen gemeinsam auf die der Neapolitaner Handschrift zurückgehn *aquast aspersa Latinis*, aus der sie durch Trennung der Silben mit grösserer oder geringerer Treue hervorgegangen sind: *aquas istas persa Latinis*; denn wer wollte bei dieser Sachlage bezweifeln, dass auch *lituus* der *Exc. Cauch.* (im *cod. Dousae* sogar in *litum* übergegangen) nichts sei als das verlesene *latinis*, das jenem, fast *apex* auf *apex*, entsprechend ist. Nur *euax* wird allein den *Excerpta Cauchiana* verdankt, und hätte nicht fehlen können, da nur um seinetwillen der Vers angeführt worden ist. Sonach lautete der Vers des Ennius *euax aqŭast aspersa Latinis*, und an einem dreisilbigen *aqua* wird heute Niemand mehr Anstoss nehmen. Gesprochen aber hat die Worte vermuthlich einer der Latiner, in dem Augenblick als ihnen in den Kämpfen mit den Römern in hoffnungsloser Lage eine überraschende Nachricht eine Erleichterung brachte, wie ich früher den Vers *Quaest. Ennian.* p. XLVI erklärt habe.

3. Augustinus und Ennius' *Euhemerus.*

Hr. G. Némethy in seiner verdienstlichen Ausgabe der Fragmente des Euhemerus (*Euhemeri Reliquiae.* Budapest 1889) hat mir den Vorwurf gemacht, ein paar Anführungen bei Augustinus nicht unter die Reste aus Ennius' *Euhemerus* aufgenommen zu haben (denn Sammlung der blossen Zeugnisse lag damals von meinem Plane ab). Ich hatte keine Erinnerung davon, ob 1854, als ich die Bruchstücke des Ennius herausgab, in diesem Punkte eine Vernachlässigung stattgefunden, oder ob mich Gründe bestimmt hätten, von diesen Angaben keinen Gebrauch zu machen. Als ich aber zum Zweck der neuen Bearbeitung des Ennius die Untersuchung aufnahm, glaubte ich deutlich zu erkennen, dass von Augustinus' Zeugnissen keine Vermehrung der Bruchstücke der *sacra historia* des Ennius zu erwarten sei.

Augustinus hat, wie sich versteht, von der den Polytheismus a lösenden Richtung, die der Grieche Euhemerus in seiner ἱερὰ ἀναγρα eingeschlagen, eine allgemeine Kenntniss besessen, wie sie aus Ci und Lactantius, auch ohne Bekanntschaft mit dem griechischen W unschwer zu erlangen war, hat auch gewusst, dass der römische Dic

Ennius das griechische Original lateinisch übersetzt und bearbeitet hatte, was gleichfalls aus Cicero, auf den er sich hierfür ausdrücklich beruft, und aus Lactantius zu ersehen war. Dass aber Augustinus des Ennius *sacra historia* selbst gelesen und daraus mitgetheilt habe, was sonst sich nicht erhalten, glaube ich mit Gründen bestreiten zu können.

Äusserungen, wie die *de civitate dei* vi 7 p. 258 Domb. *quid de ipso Iove senserunt, qui eius nutricem in Capitolio posuerunt* (vergl. *de consensu evangelistarum* i c. 23 und c. 34)? *nonne attestati sunt Euhemero qui omnes tales deos non fabulosa garrulitate sed historica diligentia homines fuisse mortalesque conscripsit?*, oder die ausführlicheren *de consensu evangelistarum* i c. 23, 32 *sed numquid etiam ille Euhemerus poeta fuit, qui et ipsum Iovem et Saturnum patrem eius et Plutonem atque Neptunum fratres eius ita planissime homines fuisse prodit, ut eorum cultores gratias magis poetis agere debeant, quia non ad eos dehonestandos sed potius ad exornandos multa finxerunt, quamvis et ipsum Euhemerum ab Ennio poeta in Latinam linguam esse conversum Cicero commemorat* (*de nat. deor.* i 42, 119. Lactant. i 11, 34 p. 42 Brandt.). *numquid et ipse Cicero poeta fuit, qui eum cum quo in Tusculanis disputat, tamquam secretorum conscium admonet dicens 'si vero scrutari vetera et ex eis quae scriptores Graeci prodiderunt eruere coner, ipsi illi maiorum gentium dii qui habentur hinc a nobis profecti in caelum reperientur; quaere quorum demonstrantur sepulcra in Graecia, reminiscere, quoniam es initiatus, quae tractantur mysteriis: tum denique quam hoc late pateat intelliges'* (*Tusc. disp.* i 12 und 13, 29) usw., solche Äusserungen, sage ich, bezeugen nur des Augustinus allgemeine Kenntniss, die ich eingeräumt habe, und die Benutzung Cicero's, auf den er sich beruft, und des Lactantius, auf den, wie es scheint, die Erwähnung Jupiter's und seines Vaters Saturnus und seiner Brüder Pluto und Neptunus (*Div. inst.* i 14 p. 53 f. und i 11 p. 41 f. Br.) zurückgeht.

Einen wirklichen Gewinn für die Bruchstücke des Ennius, meinte man, werfe der Brief Augustinus' an Maximus ab, aus dem Usener's Gelehrsamkeit eine dankenswerthe Erkenntniss geschöpft hat, nicht ohne zugleich und zuerst auch auf die Verwerthung für Ennius' *Euhemerus* mit einem Worte hingewiesen zu haben (Rhein. Mus. 28. 1873. S. 408). Der heidnisch gebliebene Grammatiker Maximus zu Madaura hatte, indem er dem Augustinus seine paganistische Anschauung bekannte, unter Anderm zu seiner Rechtfertigung bemerkt: *Olympum montem deorum esse habitaculum sub incerta fide Graecia fabulatur. at vero nostrae urbis forum salutarium numinum frequentia possessum nos cernimus et probamus* (Aug. *Epist.* xvi p. 37 Goldb.). Darauf entgegnet ihm Augustinus (*Epist.* xvii p. 40 Goldb.) .... *primo enim Olympi montis et fori vestri comparatio facta est. quae nescio quo pertinuerit, nisi ut me commonefaceret et in illo monte Iovem castra posuisse, cum adversus patrem*

bellum gereret, ut ea docet historia, quam vestri etiam sacram vocant, et in isto foro recordarer usw. Obwohl die Bekämpfung und Verdrängung des Saturnus durch Jupiter auch von Lactantius (*Div. inst.* I 14, 12 p. 55 Br.) aus der wiederholt von ihm genannten *sacra historia* des Ennius berichtet wird, so dürfte man doch aus dieser Stelle allein wohl schliessen, dass Augustinus in der besondern Form, die er anwendet, ein besonderes Bruchstück aus Ennius' *Euhemerus* uns erhalten habe. Allein man darf nicht bei dieser Stelle stehen bleiben, sondern muss den Brief noch eine Strecke weiter verfolgen. Da nämlich Maximus am Schluss seines Briefes sich dem weitern Streit zu entziehen sucht mit den Worten (p. 39 Goldb.) *sed ulterius huic certamini me senex invalidus subtraho et in sententiam Mantuani rhetoris libenter pergo »trahat sua quemque voluptas«*, so nimmt Augustinus von diesem Citat des Virgil Anlass, ihm Folgendes entgegenzuhalten (p. 42 Goldb.): *sed mihi videris omnino plus quam nos fortasse illa sacra nihili pendere, sed ex eis nescio quam captare ad huius vitae transitum voluptatem, quippe qui etiam non dubitaveris ad Maronem confugere, ut scribis, et eius versu te tueri quo ait »trahit sua quemque voluptas«. nam si tibi auctoritas Maronis placet, sicut placere significas, profecto etiam illud placet*

Primus ab aetherio venit Saturnus Olympo
arma Iovis fugiens et regnis exul ademptis

(*Aen.* VIII 319) *et cetera, quibus eum atque huius modi deos vestros vult intelligi homines fuisse. legerat enim ille multam* (*mysticam* Goldbacher) *historiam vetusta auctoritate roboratam, quam etiam Tullius legerat, qui hoc idem in dialogis plus quam postulare auderemus commemorat et perducere in hominum notitiam, quantum illa tempora patiebantur, molitur.*

Man sieht, Augustinus kommt zurück auf den Eingang seines Briefes und giebt uns jetzt die Quelle, aus der er das über den Berg Olympus und über den Sturz des Saturn durch Jupiter geschöpft hatte. Augustinus erkennt in der poetischen Darstellung Virgil's euhemeristische Anschauung und glaubt diese aus der Beschäftigung des Dichters mit dem Werk des Euhemerus oder seiner lateinischen Bearbeitung herleiten zu können.

Dass wir aber mit Recht die Quelle für die an den Olymp geknüpfte Erzählung Augustinus' bei Virgil und nicht bei Ennius suchen, kann uns ein andres Zeugniss Augustinus' bekräftigen: ich meine nicht *de consensu evangelistarum* I c. 23, 34 *dicant se Iovem non hominem n tuum colere --- quid dicunt de Saturno? quem Saturnum colunt? no ille est, qui »primus ab Olympo venit arma Iovis fugiens et regnis e ademptis«* (*Aen.* VIII 319) usw., obwohl auch dieses zeigen kann, w gern Augustinus bei dieser Frage sich auf die Verse des Virgil beru sondern *de civitate dei* VII 27 p. 308 Domb. *istos vero deos selectos vi*

mus quidem clarius innotuisse quam ceteros, non tamen ut eorum inlustrarentur merita, sed ne occultarentur opprobria; unde magis eos homines fuisse credibile est, sicut non solum poeticae litterae, verum etiam historicae tradiderunt. nam quod Vergilius ait

Primus ab aetherio venit Saturnus Olympo
arma Iovis fugiens et regnis exul ademptis,

et quae ad hanc rem pertinentia sequuntur, totam de hoc Euhemerus pandit historiam, quam Ennius in Latinum vertit eloquium: unde quia plurima posuerunt, qui contra huius modi errores ante nos vel Graeco sermone vel Latino scripserunt (Lactant. *div. inst.* I 13, 8 p. 51 Br.), *non in eo mihi placuit immorari.* Denn hier dienen ihm dieselben Verse des Virgil zu gleichen Betrachtungen, wie sie der Brief an Maximus angestellt hat, und man wird demnach mit Bestimmtheit sagen können, Augustinus hat nicht aus Ennius' *Euhemerus* geschöpft und kann zur Vermehrung der Bruchstücke dieser Schrift nicht beitragen.

Dieses Ergebniss erinnert mich an das Zeugniss des Columella (IX 2), das ich früher unter die Bruchstücke des *Euhemerus* aufgenommen habe, wie es auch Némethy thut, von dem aber O. Crusius (Rhein. Mus. 47, 1892, S. 639), wie mir scheint, mit triftigen Gründen dargethan hat, dass es nicht hierher gehört und der dort genannte *Euhemerus poeta* für Ennius nichts beweisen kann. Die Worte setze ich vollständig hierher *nec sane rustico dignum est sciscitari, fueritne mulier pulcherrima specie Melissa* (vergl. Lactant. *div. inst.* I 22, 19 p. 91 Br.) *quam Iuppiter in apem convertit, an ut Euhemerus poeta dicit crabronibus et sole genitas apes quas nymphae Phryxonides educaverint mox Dictaeo specu Iovis extitisse nutrices,* nur um zu sagen, dass sie, richtig interpungirt (denn *ut Euh. p. dicit* bilden keine Parenthese), ein prächtiges Beispiel abgeben für die öfter und von mehreren, auch von mir (Zeitschr. f. d. oestr. Gymnasien 1872, S. 525) besprochene, Griechen wie Römern gleicherweise geläufige Vermischung der Construction, wonach von *ut dicit* alles weitere abhängig gemacht ist.

Über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen.

Von Reinhard Kekule von Stradonitz.

(Vorgetragen am 2. März [s. oben S. 149].)

Bei den Ausgrabungen, welche die Antikenabtheilung der Königlichen Museen in Priene vorgenommen hat, stiessen wir gleich in den ersten Wochen, Ende September 1895, auf ein in seinem Grundriss noch deutlich erkennbares Haus[1], das sich durch seine eigenthümliche Anlage und Bestimmung und durch reiche Einzelfunde als wichtig erwies. Auf der Südseite der vom Westthor aus nach Osten, am Markt vorüber durch die Stadt führenden Strasse, in einer Entfernung von etwa 60^{m} vom Thore gelegen, zeigte das Haus nach der Strasse hin eine kraftvolle Rusticafaçade aus Marmorquadern. Der Eingang befand sich, der in Priene üblichen Anordnung entsprechend, in einem von der Hauptstrasse abgehenden Seitengässchen an der Westseite des Hauses. Auf dem linken Pfeiler dieses Eingangs steht eine Inschrift, von deren Anfang leider fast nichts mehr zu entziffern ist. Lesbar sind zwei Zeilen, welche die Priesterschaft des Anaxidemos, des Sohnes des Apollonios, nennen. Dann folgt, nach einem kleinen Zwischenraum, in etwas grösseren Buchstaben eine auf den Cult bezügliche Vorschrift in drei Zeilen:

. . . .

. . . .

ΕΛΑΧΕΤΗΝΙΕΡΩΣΥΝ*ην*

ΑΝΑΞΙΔΗΜΟΣΑΠΟΛΛΩΝ*ίου*

ΕΙΣΙΕΝΑΙΕΙΣ *τὸ*

ΙΕΡΟΝΑΓΝΟΝΕ*ν*

ΕΣΘΗΤΙΛΕΥΚ*ῆι*

Man tritt zunächst in einen grossen Hof, an dessen Ost- und Südseite mehrere Zimmer liegen. Im Norden, nach der Strasse zu,

[1] Jahrbuch des Archäologischen Instituts 1897, Anzeiger S. 182 (Schrader), auf dem Stadtplan ebenda mit F. bezeichnet.

schliesst, die ganze Breite der Strassenfront einnehmend und durch eine Vorhalle ausgezeichnet, ein grosser, durch drei Säulen in zwei Schiffe getheilter Saal an. Vor seiner Ostwand ist ein 7^{m} langer, $1^{m}60$ breiter Mauerklotz in der Höhe von $1^{m}50$ aufgebaut, der ein wenig auf die Nordwand umbiegend übergreift und zu dem drei schmale Treppchen emporführten. Vor diesem Aufbau stand ein löwenfüssiger Marmortisch, wie ein kleines Nebengemach einen zweiten aufrecht in situ vor einer Statuenbasis stehenden Marmortisch enthielt. In zwei getrennten Räumen des durch die Inschrift als *ἱερόν* bezeichneten Hauses lässt sich also noch die Verwendung für Opfer irgendwelcher Art erkennen, während die genauere Bestimmung der übrigen Räume zweifelhaft bleibt. Noch weniger können wir angeben, wem das Heiligthum geweiht war. Bei dem Versuch, das Wenige, was wir über die Stadt Priene aus den Schriftstellern wissen, mit dem Stadtbild, wie es sich aus den Ausgrabungen ergeben hat, in Einklang zu bringen, geräth man auf bestimmte Vermuthungen; aber sie entbehren leider bisher jeder thatsächlichen Begründung. Auch der Fund von sehr vielen, meist zerschlagenen und nur noch in Bruchstücken vorhandenen grösseren und kleineren Statuetten, in der Überzahl aus Thon, nur wenige aus Marmor, die im grossen Saal bei dem Aufbau und Opfertisch am Boden zerstreut lagen, bringt keine Entscheidung. Ohne Zweifel waren diese grösseren Statuetten und kleinen Figürchen als Cult- und Votivgegenstände auf dem gemauerten Aufbau aufgestellt. Aber sie sind von der mannigfaltigsten Art und Form, und an solchen Stellen sammelten sich die allerverschiedensten Votivgegenstände an. Man wird deshalb, da jedes äusserlich gegebene Kennzeichen etwa hervorragender Grösse oder dergleichen fehlt, darauf verzichten müssen, aus dem uns Erhaltenen eine einzelne Statuette als Cultgegenstand herauszulesen, um so mehr, als hier wie sonst in Priene die Zerstörung der statuarischen Reste sehr weit gegangen ist. Unter diesen Resten hat seit der ersten Auffindung einer unsere besondere Aufmerksamkeit erregt; er ist es, der mir den Anlass zu dieser ganzen Mittheilung giebt.

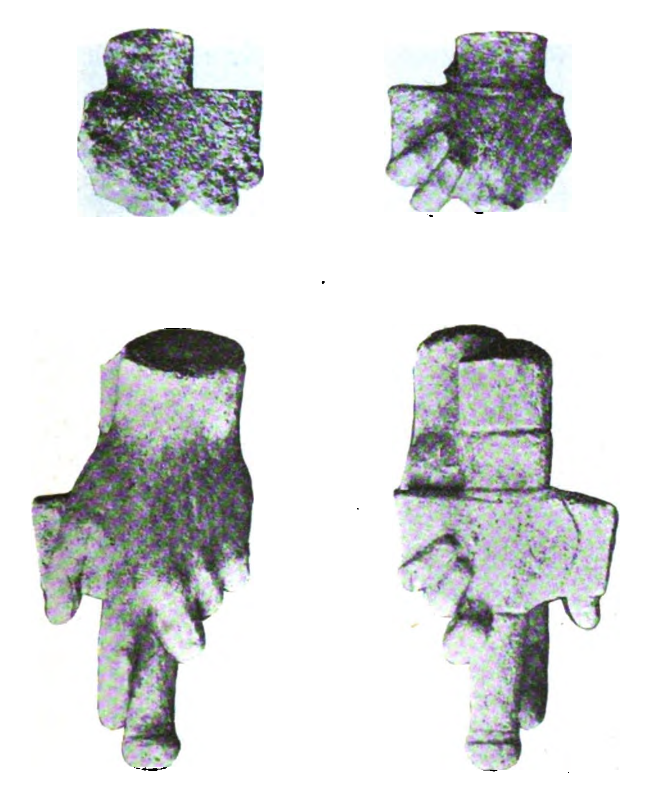
An einen kleinen Marmorkopf liess sich ein grosser Theil der Brust und ein Theil des rechten Armes anfügen, so wie es die photographische Abbildung zeigt. Das ganze Bruchstück misst von dem untersten Punkt bis zur Spitze des Haares 280^{mm}, die Gesichtslänge beträgt 91^{mm}. Der Maassstab bleibt also nur wenig unter der Hälfte der Natur. Der Rücken ist abgesplittert. Am rechten Arm, der besonders gearbeitet und angesetzt war, erkennt man, wie oft bei Funden in Priene, Brandspuren. Das Haar ist zum Theil beschädigt, am meisten auf seiner rechten Seite. Es hat sich nicht völlig reinigen

lassen, so wenig wie das Gesicht auf seiner linken Seite. Hier sitzt noch Sinter so fest auf, dass er sich nicht ohne Beeinträchtigung der feineren Formgebung beseitigen lassen würde. Gleich bei der ersten vorläufigen Reinigung an Ort und Stelle waren die Gesichtszüge Alexander's des Grossen erkennbar, und dadurch erhält das an sich unscheinbare Bruchstück seinen besonderen Werth. Freilich die Gesammterscheinung der Gestalt lässt sich nicht mit wirklicher Sicherheit wieder-



gewinnen, weil das Erhaltene allein nicht zur Feststellung des Motivs ausreicht und eine andere genau entsprechende Darstellung bisher nicht bekannt ist. Das Bruchstück macht den Eindruck einer sehr lebhaf[illegible] Bewegung. Der Kopf ist etwas nach seiner rechten Seite gedr[illegible], der Blick nach oben gerichtet; der Arm scheint stark zurückzuweich[illegible]. Aber dieser Eindruck ist zum Theil durch die Zerstörung der Rü[illegible]seite hervorgerufen; als Rücken und Brust noch ganz erhalten wa[illegible], erschien der Arm nicht in gleichem Maasse stark zurückgenom[illegible].

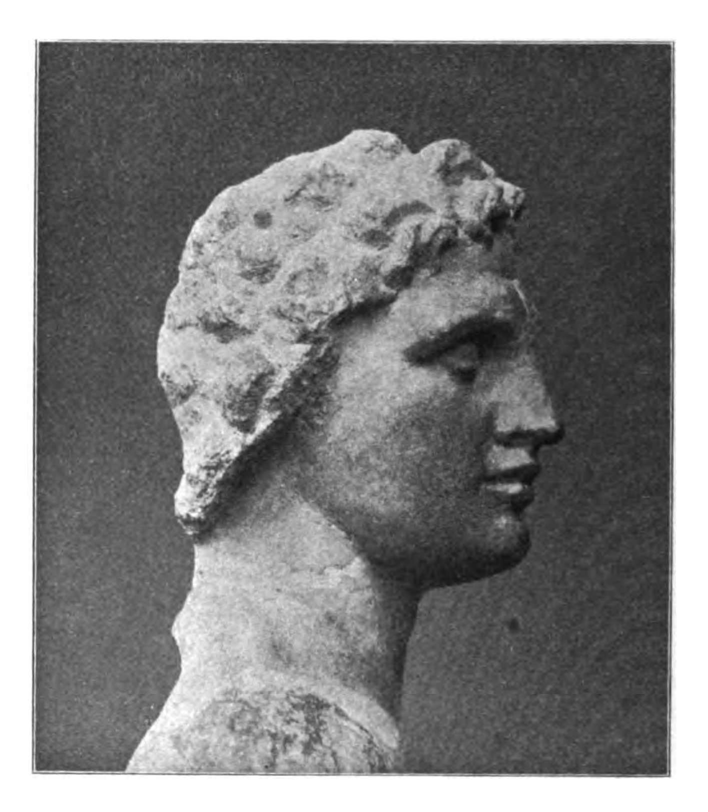
Immerhin wird die Bewegung ausdrucksvoll gewesen sein, und man wird sich die Stellung der Füsse breit und kraftvoll, stehend oder schreitend, denken dürfen. Ob das rechte oder das linke Bein die Hauptlast des Körpers trug, ist nicht auszumachen. Wenn das linke Bein das Standbein war, so würde die im Louvre befindliche Statuette aus Gabii, welche für ein freilich unbedeutendes Portrait Alexander's gilt[1], die nächste ungefähre Ähnlichkeit für die Gesammthaltung darbieten. Aber bei dieser Statuette war der Kopf mit einem Helm bedeckt, der Körper nackt, während bei dem neuen Portrait der Kopf



ohne Helm, an dem Körper ein Gewand angebracht war. Trotz der grossen Zerstörung lassen sich die Spuren des Gewandes noch erkennen. Der breite unregelmässige Rand, der von der linken Schulter nach der rechten Seite herabgeht, ist, auch abgesehen davon, dass ein Schwertgurt über die rechte und nicht über die linke Schulter hängen müsste, zu breit, und er springt zu stark vor, um von einem Schwertgehänge herzurühren. Es können dies nur die Spuren eines längeren oder kürzeren Gewandstückes sein, aus dem die rechte Brust

[1] Catalogue sommaire des marbres antiques (1896) p. 134, 2301; Visconti, Monumenti Gabini della villa Pinciana Taf. X, 23 p. 62 f.; Clarac pl. 264, 2100. Mir liegt eine Photographie vor. Genaue Angaben über die Ergänzungen verdanke ich der Gefälligkeit des Hrn. Etienne Michon.

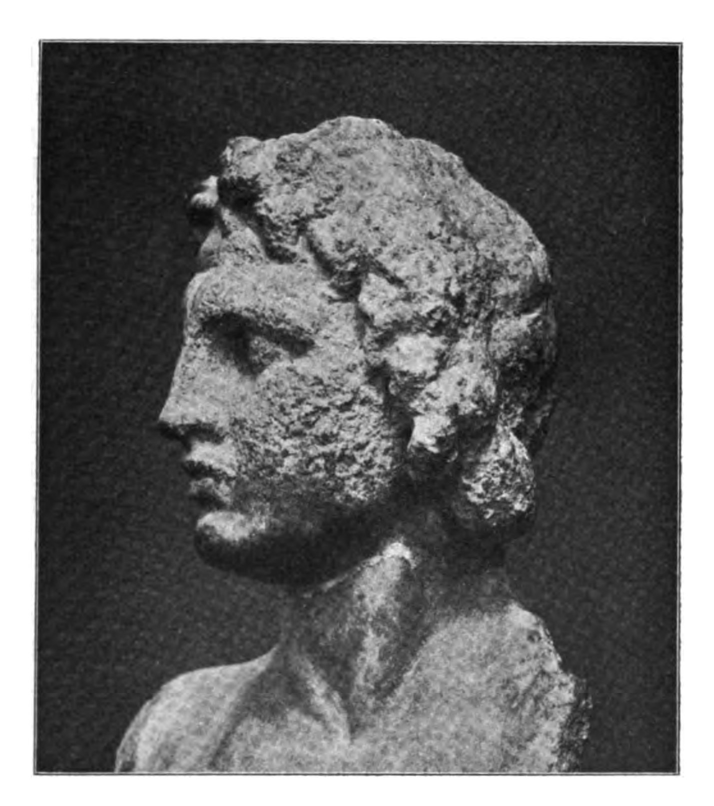
und der rechte Arm frei heraustraten. Vielleicht ist uns auch noch ein Rest der linken Hand erhalten. Es fand sich zugleich ein auf der einen Seite abgesplittertes Bruchstück eines von einer linken Hand umfassten Schwertgriffes, an dem der vierte und der kleine Finger vorhanden und die Ansätze der anderen Finger erkennbar sind. Ich bilde das Bruchstück in dem ursprünglichen Zustand und daneben den Ergänzungsversuch ab, den auf meine Bitte Hr. Possenti mit deutlicher Angabe der Ergänzungslinien ausgeführt hat. Die Grösse des Bruchstückes passt zu den Verhältnissen der Statuette, so weit sie



sich bestimmen lassen. Ob diese linke Hand, wenn sie, wie man vermuthen darf, in der That zugehörte, nach aussen oder nach innen gedreht und wie weit sie erhoben war, lässt sich, da der Zusammenhang des Ganzen fehlt, nicht entscheiden. Bei der Statuette aus Gabii hat der Ergänzer, nach Anleitung der erhaltenen Reste, angenommen, dass der linke Vorderarm vom Ellbogen aus vorging und die Hand, mit ihrem Rücken nach aussen gewendet, den Griff des in der Scheide steckenden Schwertes umfasste. Bei der in Konstantinopel befindlichen Statue aus Magnesia am Sipylos, die Hr. Wiegand vor Kurzem für Alexander erklärt hat, ist der linke Arm gesenkt, und die Hand umfasst, mit ihrem Rücken nach aussen gewendet, den Griff des

Schwertes, dessen Klinge den Arm entlang aufwärts gerichtet war.[1] Die Statuette aus Priene möchte man sich am liebsten mit dem Speer in der rechten Hand, mit dem Schwert in der halb erhobenen Linken vorstellen. Aber mag das Alles unsicher und zweifelhaft sein, die Bedeutung der Statuette liegt in den Gesichtszügen.

In der Vorderansicht erscheint der Kopf etwas derb und breit, wie die Arbeit selbst derb ist; geschickt und sicher, aber nicht weit gebracht und fein durchgeführt, ging sie nur auf den deutlichen Vortrag der Hauptformen aus. In den Profilansichten treten die eigen-



thümlichen Vorzüge auffälliger hervor, und je nach dem Wechsel der Beleuchtung und des Standorts, von dem aus man sieht, kann sich der Ausdruck zu bewundernswürdiger Kraft und lebensvoller Schönheit steigern. Dann blickt das Auge überlegen und königlich aus der tiefen Augenhöhle heraus; kühnes gewaltiges Wollen meint man von der stark modellirten löwenartigen Stirne, einen fast menschenverachtenden Stolz von den Lippen abzulesen. Die Züge, die zu diesem Bilde zusammenwirken, lassen die Formgebung erkennen, die in der Epoche Alexander's, wesentlich durch das Beispiel und den Einfluss des Lysipp, zu weit

[1] Vergl. die vorläufige Mittheilung Winnefeld's in der Sitzung der Archäologischen Gesellschaft im Januar 1899.

reichender Geltung gelangte und für die verschiedensten Aufgaben angewendet wurde. Aber hier sind diese bis zu einem bestimmten Grad fest ausgeprägten Formen nicht für einen beliebigen Idealkopf benutzt, sondern sie sind die Mittel für eine individuelle portraithafte Darstellung, über deren ganz persönlichen Charakter man sich nicht täuschen kann. Diese deutlich portraithaften Züge aber sind dieselben, die auf sicheren Bildnissen Alexander's wiederkehren und zum Theil auch solchen gemeinsam sind, die im übrigen in Auffassung und Formgebung auffällig von einander abweichen. In erster Linie sind die Münzen des Lysimachos zu nennen.[1] Sie zeigen den Kopf Alexander's deutlich einem bestimmten Ideal angenähert und sehr münzbildhaft zierlich und ornamentartig, überaus zart und fein, durchgeführt. Aber um so bestimmter dürfen wir die individuellen Züge, die bei dieser Stilisirung so unverkennbar geblieben sind, als echt und treu betrachten: die hohe ansteigende Stirn, den offenen weiten Blick, die Linie der Nase, die auf dem Nasenrücken eine kleine Erhebung und die Spitze in bestimmter Form vorgehend zeigt, die schön gezeichneten Lippen, das scharf vordrängende Kinn. Es sind dies im Wesentlichen dieselben Züge, die den persönlichen Charakter des Kopfes der Statuette ausmachen. Dazu kommen als übereinstimmend noch die bewegte Gesammthaltung des Kopfes auch auf dem Münzbild und das Verhältniss der Haarmasse zum Gesicht, während übrigens gerade beim Haar die Stilisirung auf dem Münzbild ziemlich weit getrieben ist. Die gleichen Portraitzüge lassen sich, freilich wieder in anderer Brechung und in weichlicherer Durchführung, an dem Alexander in der Alexanderschlacht auf dem Sarkophag von Sidon erkennen. Der einzige äusserlich bezeugte statuarische Portraitkopf, den wir bisher besitzen, ist die Herme im Louvre, bei der die Zugehörigkeit des Schaftes mit der Inschrift

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΦΙΛΙΠΠΟΥ
ΜΑΚΕ[δών

durch den Fundbericht und auch durch neuere Untersuchungen sicher steht.[2] In der Gesammtanordnung des Haares, in der Stirnbildung,

---

[1] L. Müller, Die Münzen des thrakischen Königs Lysimachos; Imhoof-Blumer, Monnaies Grecques p. 118 ff.; Portraitköpfe auf antiken Münzen hellenischer und hellenisirter Völker S. 4 ff., S. 14 ff.; J. Naue in Sallet's Zeitschrift für Numismatik V[...] (1881) S. 28 ff. — Wenn man als Vorbild für die Münzen des Lysimachos das W[...] eines der Meister, welche Alexander nach dem Leben portraitirten, annehmen darf, wird gewiss weder Lysipp noch Apelles noch Leochares zu nennen sein, sondern wird, da das Schneiden in edlen Steinen dem Stempelschneiden eng verwandt ist, ei[...] der von Pyrgoteles in Stein geschnittenen Alexanderköpfe als Vorlage gelten dür[...]

[2] Azara, Opere di Mengs p. XXXI; Visconti, Iconographie Grecque p. 3[...] Kaibel, Inscriptiones Graecae Siciliae et Italiae 1130; Koepp, Über das Bildniss Ale[...]

in dem festen Kinn, vielleicht auch im Mund lassen sich die aus den Münzen des Lysimachos bekannten Züge wiederfinden. Die Nase ist nicht erhalten, sondern modern ergänzt. Die Augen liegen in tiefen Höhlen, aber sie sind kleiner, matter und flacher, als man es erwarten sollte. Weniger die Stirn selbst als das über der Mitte der Stirn kurz aufstrebende Haar giebt den Eindruck von Kraft. Im übrigen erscheint der Kopf eher matt und ohne pulsirendes Leben, und dies wird nicht allein auf der schlechten Erhaltung der Oberfläche beruhen, die sehr stark gelitten hat, sondern in der Arbeit selbst, die durchaus den Eindruck einer nicht ganz gelungenen Wiederholung eines weit besseren Vorbildes macht.

Der Kopf der Statuette von Priene zeigt eine grössere physiognomonische Ähnlichkeit mit dem Münzbild als mit der Herme; in dem Vortrag der Formen dagegen ist er der Kunstart nahe verwandt, auf der die Auffassung der Herme beruht. Die unverkennbare Verwandtschaft dieser mit dem lysippischen Apoxyomenos ist mehrfach hervorgehoben worden[1], und selbst die auffällige Streckung des Profils in die Länge wird wohl auf dem Missverständniss einer lysippischen Eigenthümlichkeit beruhen, da Lysipp, wie es scheint, die Hauptformen gerne wie unwillkürlich vergrössert und angespannt hervorhob.[2] Die lysippische Formensprache spricht deutlich auch aus dem Statuettenkopf. Sie offenbart sich in der Gesammtanlage und in der lebhaften, ausdrucksvollen Zeichnung des Kopfes, in dem Verhältniss des Hinterkopfs zum Gesicht, in den Verhältnissen und Formen der einzelnen Gesichtstheile, und sehr auffällig und leicht verfolgbar ist die charakteristische Stirnbildung. Die zurückweichende Oberstirn ist von der Unterstirn durch eine Rille getrennt, die in der Mitte mächtig vordrängende Unterstirn durch eine von oben herab laufende, über der Nasenwurzel sich spaltende Linie in zwei Hügel geschieden, die ganze Mittelstirn durch die Modellirung sehr stark und deutlich hervorgehoben, und wieder ist jederseits der Knochen über und vor der Schläfe gewaltsam vorgewölbt. Es ist übertriebener, gewaltsamer, derber dieselbe Vortragsweise, die wir vom Apoxyomenos in feinerer

der's des Grossen (Berlin 1892) S. 8. — Die schwierigen Fragen der Ikonographie Alexander's sind in neuerer Zeit nicht selten erörtert worden. Ich führe ausser Koepp's Abhandlung an: S. Reinach, Gazette archéologique 1886 p. 186 ff.; Th. Reinach in O. Hamdy-Bey et Th. Reinach, Une nécropole royale à Sidon p. 291 ff.; Fondation Piot III p. 162 ff.; Helbig, Collection Barracco S. 44 ff. zu Taf. 57. 58.; Winter, Über die griechische Portraitkunst S. 22 f.; Jahrbuch des Archäologischen Instituts 1895, Anzeiger S. 162 f.; Collignon, Histoire de la sculpture Grecque II p. 430 ff.; Wulff, Alexander mit der Lanze (1898).

[1] Koepp, a. a. O. S. 10 f.; Winter, a. a. O. S. 22.

[2] Vergl. Jahrbuch des Archäologischen Instituts 1898, Anzeiger S. 185.

Gliederung und Ineinanderführung kennen, dieselbe Klarheit, Schärfe und Bestimmtheit der Hauptformen, auch dieselbe Rücksicht auf die Mitwirkung des wechselnden Spiels von Licht und Schatten. Um nur eins anzuführen: ohne das eben genannte übertriebene Vortreten des Knochenrandes über dem äusseren Auge würde niemals der starke Schatten in die Augenhöhle fallen, der dem Blick Leben und Ausdruck verleiht. Die Arbeit des Kopfes wie des uns erhaltenen Restes des Körpers ist mit einfachen und starken Mitteln und so sehr mit der Absicht auf eine bestimmte Wirkung geleistet, dass es uns bei dem wenig grossen Maassstab auffällt. Wir würden dergleichen eher bei einer Kolossalstatue erwarten, bei der die richtige Wirkung nicht auf andere Weise erreicht werden kann. Ob die Statuette eines der Kolossalbilder oder eines der nicht kolossalen Portraits Alexander's von Lysipp's Hand als Vorlage benutzte, in jedem Falle zeigt sie uns in handwerksmässig sicherem Können, in fester und derber Wiedergabe die Portraitzüge des Königs so, wie sie Lysipp aufgefasst und ausgeprägt hat. Vor der Herme hat sie den Vorzug originaler, frischer und weit früherer Arbeit. Man wird sie vielleicht noch in die Lebenszeit Alexander's, des grossen Wohlthäters von Priene, setzen dürfen, keinenfalls sehr viel später. Der Marmor ist derselbe etwas in's Bläulichgraue spielende, nicht sehr harte, der für dergleichen Arbeiten auch sonst in Priene verwendet wurde, und an wohlgeschulten Marmorbildhauern hat es dort, als der grosse Tempel der Athena und der schöne kleine Tempel des Asklepios neben dem Markt errichtet wurde, nicht gefehlt. Das Haus, in dem das Bruchstück der Alexanderstatuette gefunden wurde, hat den vornehmen Charakter der hellenistischen Häuser. Die Inschrift am Eingang gehört dem dritten vorchristlichen Jahrhundert an.

Ausgegeben am 23. März.

Berlin, gr.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XIV und XV.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung . . . . ℳ 1.–
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen . . . . » 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung . . . . . » 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen » 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente . » 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen . . . . » 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien . . . . » 1.–
Weber: vedische Beiträge. VII. . . . . » 1.–
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm » 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX. . . . . . » 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter . . . . . » 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei . . . . » 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos . . . . » 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte . . . . . » 1.–
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären . . . . . » 1.–
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken » 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine . . . . » 0.50
Vogel: über das Spectrum von *α* Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius . » 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen . . . . » 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums . . . . » 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen . . . . » 1.–
Ziebarth: neue attische Grenzsteine . . . . » 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament . . . . » 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus* . . . . » 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X. . . . . . . » 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI. . . . . . » 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos . . . . » 1.–
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben . . . . » 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert . . . » 2.–

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction . . . . ℳ 0.50
Virchow: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung . . . . » 0.50
Salomon: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard . . . . . » 0.50
Leiss: Index- und Strahlenflächen . . . . » 0.50
Schwendener: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria* . . . » 0.50
Schwendener: über den Öffnungsmechanismus der Antheren . . . . » 0.50
Rosenbusch: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen . . . . . . » 0.50
Belck und Lehmann: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien . . . . » 0.50
Lipschitz: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken . . . . » 0.50
Hamburger: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung » 0.50
Harnack: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese . . . . » 1.–
Fuchs: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen . . . . » 0.50
Schulze: zur Histologie der Hexactinelliden . . . . » 0.50
Ludwig: Jugendformen von Ophiuren . . . . » 1.–
Lüdeling: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen . . . . » 0.50
Thilenius: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der *Hatteria punctata* . » 0.50
Waldeyer: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre . . . . » 0.50
Vahlen: Bemerkungen zum Ennius . . . . » 0.50
Kekule von Stradonitz: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen . » 0.50

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XVII. XVIII.

6. April 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

1899.

XVII.

6. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. J. Schmidt las über »die elischen Verba auf -ειω und den urgriechischen Declinationsablaut der Nomina auf -εύς«.

Aus einer jüngst von Szanto veröffentlichten elischen Inschrift wird nachgewiesen, dass die gemeingriechischen Verba auf -ευω im Elischen ihr Praesens auf -ειω bildeten, dass dies aus -εϝjω entstanden ist und für die zu Grunde liegenden Nominalstämme wie βασιλεύς alten Declinationsablaut, stark ηυ, schwach ευ, fest stellt. Daran knüpft sich eine Widerlegung der Behauptung, dass lange Vocale vor υ + Consonant im Urgriechischen verkürzt seien.

2. Hr. Harnack legte eine Abhandlung vor »über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28«.

Der Verfasser sucht zu zeigen, dass das »Wir« in jener Stelle nicht ursprünglich ist und dass daher der westliche Text der Apostelgeschichte, welcher dieses »Wir« bietet, ein corrigirter ist.

Die elischen Verba auf -ειω und der urgriechische Declinationsablaut der Nomina auf -εύς.

Von Johannes Schmidt.

Die elische Bronze-Inschrift, welche Emil Szanto im zweiten Jahreshefte des Oesterreichischen archaeologischen Instituts (Bd. I 1868 Taf. VI/VII, S. 197–212) veröffentlicht und Meister (Ber. der Sächs. Ges. der Wiss., philol.-histor. Cl. 1898, 218 f.) weiter aufgehellt hat, nach Beider Annahme dem Jahre 335 v. Chr. entstammend, bereichert unsere Kenntniss des Dialektes in erfreulicher Weise.[1] Sie ist im ionischen Alphabete geschrieben, lässt daher glücklicherweise keine Zweifel über die Quantität der *e*- und *o*-Laute und ergänzt schon dadurch in einigen wesentlichen Punkten die unvollkommene Überlieferung der älteren einheimischen Schrift. Ihr *δαμιοργῶν* Z. 8 bestätigt den Ansatz von Meister (Dial. II, 41) gegen Blass. Neu sind ihre Imperative *ἤστω, ἐξήστω* Z. 6 für att. *ἔστω, ἐξέστω*. Das Wichtigste aber ist die Kunde, welche sie uns durch ihr *φυγαδείοι* und *φυγαδείην* über die Flexion der gemeingriechischen Verba auf -*ευω* giebt: *ταῖρ δὲ γενεαῖρ μὰ φυγαδείημ μαδὲ κατ' ὁποῖον τρόπον* Z. 1 'die Nachkommen (der Verbannten) aber soll man nicht vertreiben, auch nicht auf irgend welche Weise'; *αἰ δέ τιρ φυγαδείοι, αἴ τε τὰ χρήματα δαμοσιοία, φευγέτω πὸτ τῶ Διὸρ τὠλυμπίω αἴματορ καὶ κατιαραίων ὁ δηλομὴρ ἀνάατορ ἤστω* Z. 3 f. 'wenn aber Jemand (sie) vertreiben und die Güter einziehen sollte, so soll er verbannt flüchten vom olympischen Zeus (wie) wegen Blutschuld und gegen ihn opfernd (d. h. zu seinem Nachtheile opfernd, ihn unter Vollziehung eines Opfers feierlich verfluchend) soll Jeder, der (gegen ihn opfern) will, straflos sein' (*ἀνάατος* 'straflos', wie im Gortynischen Stadtrechte *ἄτα* 'Strafe', *ἀτήθαι* 'gestraft werden'; Meister); *ἐξήστω δὲ καὶ κα(φ)φυγαδεύαντι* [M.; *καί κα φυγαδεύαντι* Sz.] *τοὶ δηλομένοι νοστίττην* Z. 6 'frei stehen soll

[1] Meister erwähnt am Schlusse seiner Arbeit noch eine Behandlung der selben Inschrift durch Danielsson im dritten Bande des Eranos. Ich habe sie leider nicht benutzen können, da das sie enthaltende Heft auf der hiesigen Königlichen Bibliothek noch nicht eingetroffen ist.



aber auch Jedem, der verbannt wurde, wenn er will, zurückzukehren'. Dazu bemerkt Szanto (a. a. O. S. 200): 'Das Wort *φυγαδείω* ist transitiv zum Unterschied vom intransitiven *φυγαδεύω* in Z. 6, während att. *φυγαδεύω* beide Bedeutungen vereinigt'. Auch Meister hält beide für verschiedene Verba, da er für *κα(φ)φυγαδεύαντι*, wie er liest, einen Inf. praes. *καφφυγαδεύην* = att. *καταφυγαδεύειν* ansetzt (S. 223). Nehmen wir einmal an, dass auch im Elischen der selbe Verbalstamm beide Bedeutungen in sich vereinigt habe, entweder so, dass das Praesens transitiv, der Aorist aber intransitiv oder das einfache Verbum transitiv, das mit *κατά* zusammengesetzte aber intransitiv war, dann würde die verschiedene Vocalisation von Praes. *φυγαδείοι*, *φυγαδείην* und Aor. I *φυγαδεύαντι* sich durch die verschiedenen Laute erklären, welche in beiden Tempora dem Verbalstamme folgten. In *φυγαδεύαντι* ist wie in dem *ποήαται*, *ποήασσαι* der Damokratesbronze Coll. 1172 (att. *ποιήσηται*, *ποιήσασθαι*) das *σ* des Aorists durch *h* hindurch spurlos geschwunden; die Vorstufe *h* zeigt unsere Inschrift in *ἀδεαλτώhαιε* Z. 12, wie schon Szanto (S. 206) gesehen hat. Also stand in *φυγαδεύαντι* das *ευ* einst vor *σ*, in *φυγαδείοι* aber nicht. Machen wir nun die Annahme, dass *φυγαδείοι* und *φυγαδεύαντι* einem und dem selben Verbum angehören, dann folgt, dass in der älteren Inschrift mit nationalem Alphabete, Coll. 1149 Z. 7, wo man seit Ahrens (Dial. I, 281) *λατρηϊώμενον* oder *λατρειώμενον* (Meister, Dial. II, 38) liest und als Denominativum eines nicht nachweisbaren **λατρεῖος* erklärt, welches entweder von *λατρεύς* oder von *λάτρις* (Wackernagel, KZ. 27, 84, W. Schulze, Quaest. ep. 292) mittels -*ιο*- abgeleitet sein soll, vielmehr *λατρειόμενον* zu lesen ist, und dass dies dem att. *λατρευόμενον* entspricht wie el. *φυγαδείοι* dem att. *φυγαδεύοι*. Als Variante hierzu erscheint *λατραι*... Coll. 1147, 7 mit dem speciell elischen *α*, welches auch *βασιλᾶες* 1152, 3 neben *γροφεύς* 1152, 8 zeigt. Das selbe *α* begegnet in *κατιαραύσειε* 1152, 2, dessen Erklärung als *καθιερεύσειε* (Kirchhoff, Ahrens) jüngst Danielsson (Eranos III, 89) vertheidigt hat: *αἰ ζέ τις κατιαραύσειε ϝάρρενορ Ϝαλείω* 'wenn aber Jemand gegen einen männlichen Eleier opfern sollte' (d. h. zu dessen Schaden). Dass Danielsson recht gethan, bestätigt wieder die neu gefundene Inschrift durch ihr *κατιαραίων* Z. 6 in dem schon oben als Beleg für *φυγαδείοι* vollständig mitgetheilten Satze. Szanto (S. 201) sagt hierüber Folgendes: 'Die Bedeutung von *κατιαραίων* ergiebt sich aus dem in der Inschrift von Olympia Dittenberger-Purgold n. 2 [= Coll. 1182, 2] überlieferten Aor. *κατιαραύσειε*, der von einem *κατιαραύω* = *καθιερεύω* abgeleitet werden muss, einem Wort, das gleichbedeutend mit *κατεύχομαι* verwünschen, verfluchen ist. Die Wortform *κατιαραίων* kann nun entweder Genetiv pluralis von einem *κατιαραῖον* (mit der Bedeutung 'Ver-

wünschung') oder das Particip eines Verbums *κατιαραίω* sein. Übersetzt man streng lautlich ins Attische *καθιερεῖον* und *καθιερείω*, so sind beide Wörter unbelegt. Während aber hier der Genetiv jeder Construction widerstrebt, giebt das Particip den erwünschten Sinn: 'wenn er verflucht, so soll er unverletzlich sein'. Es bliebe also die Schwierigkeit, dass neben dem *κατιαραύω* der citierten Inschrift, welches lautlich der attischen Form *καθιερεύω* mit dem im Eleischen geläufigen Übergang des *ε* in *α* entspricht, ein *κατιαραίω* existieren sollte. Derselben Erscheinung begegnen wir aber in unserer Inschrift selbst, in der neben einem attisch unbelegten *φυγαδείω* ein auch attisch gewöhnliches *φυγαδεύω* vorkommt, freilich mit der Bedeutungsnuance, dass das erstere transitiv, das zweite intransitiv ist. Wir dürfen also vielleicht das Verhältniss aufstellen *φυγαδεύω* : *φυγαδείω* = *κατιαραύω* : *κατιαραίω*, und wie *φυγαδεύω* den Zustand des Verbanntseins, *φυγαδείω* aber das Versetzen in diesen Zustand bezeichnet, so müsste, da *κατιαραύω* die Handlung des Verwünschens ausdrückt, *κατιαραίω* 'in die Handlung des Verwünschens versetzen', also 'verwünschen machen' oder 'zur Verwünschung zulassen' oder 'verwünschen lassen' bedeuten'. So kommt Szanto schliesslich zu folgender Übersetzung: *καὶ κατιαραίων ὁ δηλομὴρ ἀνάατορ ἤστω* 'und wenn irgend wer, der will, (ihn) verfluchen lässt, so soll er unverletzlich sein'. Um einer vermeintlichen sprachlichen Schwierigkeit zu entgehen, ist Szanto in eine viel grössere sachliche gerathen. Nach seiner zweiten Übersetzung wird die Straflosigkeit nur für den, welcher 'verfluchen lässt', ausgesprochen, nicht auch für den, welcher selbst die Verfluchung vollzieht; letzterer bleibt also strafbar, während die andere, das *κατιαραύσειε* enthaltende Inschrift nur eine Strafe für den kennt, welcher die Verfluchung vollzieht, einen eventuellen Veranlasser oder Zulasser derselben aber gar nicht erwähnt. Allein sachgemäss ist also Szanto's erste Übersetzung: 'wenn er verflucht (*κατιαραίων*), so soll er unverletzlich sein'. Diesen Sinn sucht auch Meister, freilich auf dem anderen der von Szanto als möglich angesetzten beiden Wege, zu gewinnen. Er 'möchte lieber glauben, dass in *κατιαραίων* der Genetiv eines zu *κατιαραύω* gehörigen Substantivs *κατιαραῖον* 'Verwüschung', dem att. *καθιερεῖον* entsprechen würde, vorliegt'. *ἄνατος* 'straflos' könne ebenso mit dem Genetiv verbunden werden wie *ἀζήμιος*, z. B. *ἀζήμιος τῶν ἀσεβημάτων* Polyb. II, 60, 5. Er übersetzt also *καὶ κατιαραίων ὁ δηλομὴρ ἀνάατορ ἤστω* 'und wegen Verwünschungen soll Jeder, der (ihn verwünschen) wi[ll] straflos sein'. Diese so verzwickte Ausdrucksweise passt aber wenig [zu] den übrigens ganz schlichten und klaren Text des Gesetzes. Synta[k]tisch hat offenbar Szanto das Richtige gesehen, indem er *κατιαραίω[ν]* als Particip fasst, nur nicht erkannt, dass *κατιαραίω* keine 'Nebenfor[m]

eines angeblichen, auch von Meister angenommenen *κατιαραύω*, sondern selbst das alleinige und regelrechte Praesens zu *κατιαραύσειε* ist, denn *κατιαραίων* verhält sich zu *κατιαραύσειε* genau wie *φυγαδείοι*, *φυγαδείην* zu *κα(φ)φυγαδεύαντι*. Ebenso entspricht das Verhältniss von *κατιαραίων* : att. *καθιερεύων* dem von *λατρειόμενον*, *λατραι*... zu att. *λατρευόμενον*, und damit ist wohl bewiesen, was ich als unbewiesene Annahme an die Spitze dieser Untersuchung gestellt habe, dass *φυγαδείοι*, *φυγαδείην* und *κα(φ)φυγαδεύαντι* von einem und dem selben Verbalstamme gebildet sind. Alle diese Annahmen ergänzen einander so vollständig, dass jede einzelne durch die übrigen zur Thatsache erhärtet.

Diese Thatsache ist, dass die gemeingriechischen Verba auf -*ευω* elisch in den ausserpraesentischen Formen ebenfalls *ευ* haben: *κα(φ)φυγαδεύαντι*, *πεπολιτευκώρ* Coll. 1172, 5 oder *αυ*: *κατιαραύσειε*, im Praesens aber *ει*: *φυγαδείοι*, *φυγαδείην*, *λατρειόμενον* oder *αι*: *λατραι*..., *κατιαραίων*. Wer noch einen Zweifel an ihr hegen sollte, wird ihn fahren lassen, wenn er beachtet, dass hier zwischen dem Praesens und den übrigen Formen das selbe Verhältniss waltet wie in gemeingriechisch *ἔκαυσα* : *καίω*, *ἔκλαυσα* : *κλαίω*, *δεδαυμένος* : *δαίω*, und wird durch letztere vielmehr zu der Einsicht gelangen, dass überhaupt erst in diesen elischen Formen auf -*ειω* die lautgesetzlichen Praesentia der *ευ*-Verba zu Tage gekommen sind.

Die Verba auf gemeingriechisch -*ευω* sind ursprünglich von Nomina auf -*εύς* abgeleitet, *βασιλεύω* von *βασιλεύς*. Als Praesenssuffixe kommen in Frage -*ω* und -*jω*. Ersteres wird aber sofort ausgeschlossen, da die Nominalstämme vor Vocalen stets auf -*ηϝ* endeten. Der Genetiv pluralis *βασιλήϝων*, *βασιλέων* beweist, dass *βασιλεύω* nicht aus *βασιληϝ* + *ω* gebildet sein kann. Auch ein eventuell anzusetzendes *βασιλέϝω* mit kurzem Vocale (s. unten) hätte nicht att. *βασιλεύω* ergeben. Um die lautgesetzliche Form für die Ableitung mittels -*jω* zu finden, müssen wir etwas weiter ausgreifen. Aus der Ursprache ererbt bestand im ältesten Griechischen ein Wechsel zwischen Vocal + *ϝ* vor Vocalen oder *j* mit Vocal + *υ* vor allen anderen Consonanten, z. B. *ῥέϝω* : *ῥεῦμα*, *βασιλῆϝος* : *βασιλεῦσι*. Vor *j* stand immer Vocal + *ϝ*, nicht *υ*, das *j* selbst ist stets geschwunden, hat aber an vorhergehendem kurzem Vocale seine Spur hinterlassen, indem es diesen durch sogenannte Epenthese diphthongierte. Später schwand das nun zwischen Vocale gerückte *ϝ*, so dass endlich *αι*, *ει*, *οι* an Stelle von alten *αϝj*, *εϝj*, *οϝj* stehen. Die Stufen der Entwickelung sind klar erkennbar in lat. *avi-s* : **ἀϝj-ετός* : pergäisch *αἰβετός* (Hesych., Et. m.) : *αἰετός* und in *ἀμεύ-σασθαι* : **ἀμοϝ-jά* : korinth. *ἀμοιϝάν* IGA. add. 20, 108a p. 171 = Coll. 3119c : *διάμοιος*· *ὁ ἀντ' ἄλλου διακονῶν* Hesych. (KZ. 32, 374). Kretschmer (Vaseninschr. 47) erklärt auch den korinth. *Διδαίϝων* aus

*Διδαϝjων, indem er den Namen auf *διδαϝjω, ein intensives Praesens zu *δαϝjω = δαίω, zurückführt. Diese drei Belege beweisen, dass ϝj zunächst mouilliertes ϝ ergab, dessen Klangfarbe sich dann auf den vorhergehenden Vocal erstreckte und diesen diphthongierte, dass also von den beiden Spiranten zuerst das *j*, erst später das ϝ schwand, welches in αἰβετός, ἀμοιϝάν, Διδαίϝων noch überliefert ist. Die selbe Stufenfolge ist also auch für die Entwickelungen von *ἀϝjωνός, *ὀϝjωνός zu οἰωνός (KZ. 32, 374), *ἑκατόμβοϝjος zu ἑκατόμβοιος und von *κάϝjω, *κλάϝjω, *δάϝjω, *γάϝjω (lat. *gāvīsus*), *πάϝjω (lat. *pavio*) zu καίω, κλαίω, δαίω, γαίω, παίω anzunehmen.

Durch Epenthese diphthongiert werden überhaupt nur kurze Vocale. Hinter langen ist das *j* geschwunden, ohne deren Klangfarbe zu verändern. Den Beweis hierfür erbringen die Genetive auf ursprünglich -*sjo*. Wackernagel (KZ. 25, 268) setzt folgende Entwickelungsstufen an: *ἵπποσjο (= skr. *áśvasya*) : *ἵπποισο : ἵπποιο, vielleicht ist vorzuziehen *ἵπποσjο : *ἵπποhjο : ἵπποιhο : ἵπποιο, doch ist das im gegenwärtigen Falle gleichgültig, da jedesfalls das οι von ἵπποιο durch Epenthese zu Stande gekommen ist, während sich *Ἀτρεΐδᾱhjο ohne Epenthese zu *Ἀτρεΐδᾱhο, Ἀτρεΐδᾱο entwickelte.

Hieraus ergiebt sich zweierlei. Erstens kann βασιλεύω nicht aus *βασιληϝjω entstanden sein, da dies nach dem Fingerzeige, welchen Ἀτρεΐδᾱο giebt, zu *βασιλήω, att. *βασιλέω (vergl. Gen. pl. βασιλέων) geworden wäre, zu welchem die 3. sg. att. *βασιλῆ (vergl. Nom. pl. βασιλῆς), seit dem 4. Jahrhundert *βασιλεῖ (vergl. Meisterhans [2] S. 28f.) lauten würde. Zweitens können auch die elischen φυγαδείοι, -είην, λατρειόμενον nicht aus -ηϝjοι u. s. w. entstanden sein, sondern weisen auf Grundformen mit kurzem Vocale -εϝjοι u. s. w. Ob daneben für κατιαραίων (κατιαραύσειε) eine Grundform -ᾰϝjων anzusetzen sei, ist mindestens sehr zweifelhaft. Da einerseits neben λατρειόμενον sich λατραι... findet, andererseits eine und die selbe Inschrift Coll. 1152 Z. 8 γροφεύς neben βασιλᾶες Z. 3 schreibt, scheint dies regellose Schwanken darauf zu deuten, dass die ersten Glieder der gemeingriechischen ηϝ, ευ in unseren Worten elisch einen *ä*-Laut hatten, welcher zwischen ε und α lag, daher gleich gut oder gleich schlecht mit jedem der beiden Zeichen geschrieben werden konnte.

Für die Nominalstämme auf -ηϝ- aber erweisen deren elische Denominativa alten Ablaut zwischen hochtonigem ηϝ, ηυ und tieftonigen εϝ, ευ. Die Denominativa, deren ableitendes -*ya* im Sanskrit betont ist (Whitney Gr. § 1055 ff.), haben von Rechts wegen den schwachen Stamm. Wie τεκταίνομαι : τέκτονα, ποιμαίνω : ποιμένα verhält sich elisch *βασιλείω : hom. βασιλῆα. Vor der Sprachtrennung hatten Denominativa überhaupt nur das Praesens, die ausserpraesentischen Te-

pora sind erst innerhalb der Einzelsprachen nach den Analogien, welche sich hierfür jeweilig boten, gebildet. Wie die Denominativa von ν-Stämmen aus dem Praesens auf -αν-jω für die übrigen Tempora einen Stamm auf αν entnahmen, so die auf -εϝ-jω einen Stamm auf εϝ, welcher vor den stets consonantisch anlautenden Tempussuffixen lautgesetzlich als ευ erscheint, φυγαδείοι : φυγαδεύσαντι, elisch φυγαδεύαντι. Das schon berührte Verhältniss von *κάϝjω, *κλάϝjω, δάϝjω = καίω, κλαίω, δαίω zu ἔκαυσα, ἔκλαυσα, δεδαυμένος hat hierbei vorbildlich geholfen. In diesen ertrug man die von der Vocalisation der übrigen Tempora abweichende Vocalisation des Praesens wie so viele vom griechischen Standpunkte unbegreifliche Eigenthümlichkeiten der Praesentia und würde sie wohl auch in φυγαδείοι : φυγαδεύσαντι ausserhalb Elis ertragen haben, hätte hier nicht das lebendige Gefühl des Zusammenhanges dieser Verba mit ihren substantivischen Stammworten auf -εύς ausgleichend gewirkt. Hätten dem Praesens *βασιλείω nur βασιλεύσω, ἐβασίλευσα u. s. w. gegenübergestanden, so wäre es durch diese nicht stärker gefährdet gewesen als καίω durch ἔκαυσα u. s. w., aber das hinzukommende Gewicht von βασιλεύς erdrückte es und setzte βασιλεύω an seine Stelle.

Es hat sich also ergeben, dass in keiner einzigen Verbalform ευ lautgesetzlich aus ηυ oder ηϝ verkürzt, vielmehr überall tieftonige Ablautstufe zu ηυ oder ηϝ ist. Das selbe gilt natürlich für die Nominalableitungen dieser Verba, βούλευμα, βουλευτής u. s. w. Bei den zu Grunde liegenden Substantiven aber hat man mehrfach (zuletzt Brugmann IF. 9, 371) angenommen, das ευ des Nom. βασιλεύς und Dat. plur. βασιλεῦσι sei in urgriechischer Zeit mechanisch aus ηυ verkürzt.

Die Anhänger der Sonantentheorie, welche Vocal + *i*, *u* auf gleiche Stufe mit Vocal + *r*, *l*, *m*, *n* stellen, schliessen aus der Verkürzung, welche lange Vocale vor ν + Cons. und ρ + Cons. erlitten haben (ἐμίγεν aus *ἐμίγην(τ), πτέρνα: skr. *pā́rṣṇi-*), a priori auf lautgesetzliche Verkürzung langer Vocale auch vor υ, ι + Cons., untersuchen daher die einzelnen directen Beweisstücke für letztere nicht genauer. Prüfen wir das Material, welches Brugmann für die Verkürzung von langen *u*-Diphthongen vor Consonanten zu bereits urgriechisch kurzen *u*-Diphthongen beibringt (Grdr. I² 797 f.).

1. βοῦς soll aus *βωυς = skr. *gáus* verkürzt sein. Aber ein so völlig isoliertes Wort wie skr. *ā́s* Mund, lat. *ōs*, *ṓa* Rand, ags. *ōr*, *ōra* Rand, an. *ōs-s* Flussmündung, lit. *ů́stà* Flussmündung, dessen schwache Form *aus-* in lat. *austia*, *ausculari*, *aureas* = frenos, preuss. *austin* Mund, abulg. *usta* Mund, skr. *óṣṭha-s* Oberlippe, abaktr. *aoštra* n. du. beide Lippen (zd.-pehl. gl.), an. *eyr-r* sandiges Fluss- oder Meeresufer (vergl. lat. *ōra*) vorliegt, beweist, dass indog. auslautendes *ōus* schon vor der

Sprachtrennung zu *ōs* geworden ist (Pl. Ntr. 221). Der lautgesetzliche Nominativ singularis zu *βουσί* = skr. *góṣu* liegt also nur vor in dor. *βῶς* (Ahrens II, 165), welches jetzt auch durch eine Neapolitaner Tessera belegt wird, deren eine Seite *βοῦς*, die andere *βῶς* hat, Kaibel IGSI. 2415, 123. Ihm entspricht lat. *bōs* als Fortsetzung des indog. Nominativs, während *βοῦς* zu *βουσί* und skr. *gáus* zum pl. *gā́vas* neugebildet sind.

2. Att. *ναῦς*, *ναυσί* sollen aus **νᾶυς*, **νᾶυσι* = skr. *náus nauṣú* verkürzt, dagegen hom. *νηῦς*, *νηυσί* aus *νηϝ-ός* neugebildet sein (S. 799). Das Richtige habe ich schon vor zwanzig Jahren (KZ. 25, 20. 26, 8) dargelegt. Der Stamm *nāu* war vor betonten Suffixen und Compositionsgliedern in der Ursprache zu *nau* geschwächt. Beide Formen hat das Germanische, die starke in an. *nór* Schiff = skr. *náus*, hom. *νηῦς*, die schwache in an. *nau-st* Schiffschuppen (das zweite Glied = skr. *-stha-*, Bezzenberger KZ. 22, 278) und *nǫkkvi*, ags. *naca*, ahd. *nacho*. Homerisch hat sich die schwache Form erhalten in *ναῦφι*, *ναῦφιν*, *ναυσι-κλυτός*, *ναυσι-κλειτός*, *Ναυσί-θοος*, *Ναυσι-κάα*, *ναύ-λοχος*, *ναύ-μαχος*, *Ναυ-βολίδης*, *ναῦται*, *ναυτίλλεται*, während die starke in alle lebendigen Casus des Wortes, auch in den Dat. pl. *νηυσί*, gedrungen ist. Im Attischen dagegen hat sich der alte Dat. *ναυσί*, welchen das Epos nur noch als erstarrtes Compositionsglied kennt, casuell lebendig erhalten und aus sich heraus den Acc. pl. *ναῦς*, sg. *ναῦν*, N. sg. *ναῦς* an Stelle der älteren hom. *νῆας*, *νῆα*, *νηῦς* gebildet, gerade wie zum Dat. pl. *βουσί* neugebildet sind Acc. pl. *τρε̃ς βοῦς* CIA. IV[b], 35[b], 16. 21 (440–432 v. Chr.), *βοῦν* CIA. I, 31, A, 11, Nom. *βοῦς*, welche getreten sind an Stelle des alten Acc. pl. *βῶς* Theocr. VIII, 48, miles. *βῶ[ς]* Dittenberger Syll. 170, 62 = skr. *gā́s*, Acc. sg. argiv. (Suidas s. v. *βῶν*) und Il. *Η* 238 *βῶν*, welcher als handschriftliche Variante auch Hdt. II, 40; VI, 67 erscheint und vielleicht auch in att. ΒΟΝ CIA. IV[b] p. 61, Nr. 27[b], 40 (doch s. Meisterhans[2] S. 49 Nr. 435) steckt = skr. *gā́m*, Nom. dor. *βῶς* (s. oben). Also nicht das att. *ναῦς* ist der lautgesetzliche Stellvertreter von skr. *náus*, sondern das hom. *νηῦς*, und dies zeugt positiv gegen das angebliche Kürzungsgesetz.

3. *νεῦρον* soll aus **σνηυρον* verkürzt sein, da es zu abaktr. *snāvare* Band, Sehne gehöre. Erstens ist diese Zugehörigkeit zweifelhaft, da *νεῦρον* aus **νερϝον*, lat. *nervus*, entstanden sein kann (s. Curtius G. E. [5] 316) wie *εὐρώς* aus *ἐρϝώς* (*ἔρβως* Hesych., W. Schulze, Berl. philol. Wochenschr. 1890, 1439). Zweitens aber, selbst wenn *νεῦρον* mit *snāvare* verwandt wäre, würde daraus gerade eine ursprünglich verschiedene Quantität beider folgen. Das *ā* von abaktr. *snāvare* wird durch ahd. *snuor*, welches vielleicht Laut für Laut entspricht, und goth. *snōrjō* als ursprüngliches *ā* oder *ō* erwiesen (KZ. 26, 10; Pl. Ntr. 200. 253). Nun haben Ableitungen aus neutralen *r*-Stämmen mit

dem Verluste des letzten Vocals zugleich eine Schwächung der ersten Silbe erlitten, z. B. skr. *asr-a-m* Blut : ἦαρ Hesych., εἶαρ Hom. Blut, ἠεροπότης· αἱματοπότης Hesych. (Pl. Ntr. 173, W. Schulze, Quaest. ep. 165 f.); skr. *udr-á-*, abaktr. *udr-a-*, ὕδρ-ο-ς, ὕδρ-α, anord. *otr* : ahd. *wazzar*, russ. *vodá*, lit. *vandũ* u. s. w. (Pl. Ntr. 202 ff.). Hängt also νεῦρον mit abaktr. *snāvare* zusammen, dann war sein ε schon in der Ursprache durch den Accent der folgenden Silbe aus hochtonigem *ō* verkürzt, und *snāvare* = ursprünglich **snōver* verhält sich zu νεῦρον = ursprünglich **sneuróm* wie skr. *jā́nu* (γωνία) zu γεννῶν· γονάτων Hesych. (aus γενϝῶν) oder wie skr. *dā́ru* (lett. *dōre*) zu lit. *dervà* oder wie skr. *catvā́ras* (*quattuor*, goth. *fidwōr*) zu lit. *ketverì* oder wie αἰδώς zu αἰδεσ-θείς oder wie νύκτωρ zu νυκτερίς und andere (s. KZ. 25, 13—60; 26, 381; Pl. Ntr. 196). Mithin ist νεῦρον, selbst wenn es zu abaktr. *snāvare* gehört, was keineswegs fest steht, nicht im Sonderleben des Griechischen aus *νηυρον verkürzt.

4. »αὕτη 'haec' aus *ἆυτᾱ, d. i. **sāu-tā* : av. *hāu* 'die'.« Brugmann glaubt nämlich unter Zustimmung von G. Meyer (gr. Gr. [3] 522), οὗτος, αὕτη seien aus älteren *οὗτο, *αὗτο entstanden, deren zweiter Theil die in abulg. *kŭ-to* 'wer' erscheinende 'Partikel' sei (Grdr. II 844). Über das Wesen dieser 'Partikel' spricht er sich weder hier noch sonst irgendwo in beiden Auflagen seines Grundrisses aus. Das slawische *-to* ist auf den Nominativ des interrogativen masc. *kŭ-to*, ntr. *čĭ-to* beschränkt und beim Neutrum überhaupt nicht in allen Lagen obligatorisch. Ohne dasselbe haben sich erhalten abulg. *ni-čĭ-ze* 'nichts' Glag. Cloz. I, 122; Psalt. Sinait. ps. 38, 6 (gleichbedeutend mit *ni-čĭto-že*), *ni-čĭ* Greg. Naz., nslov. kroat. *nič*, klruss. *nyč*, čech. *niče* 'nichts', čech. poln. *v niveč* 'zu nichte' (d. i. *vŭ ni vŭ čĭ*), das Simplex in kroat. *ča*, ačech. *če* 'was' und von Praepositionen abhängig in kroat. klruss. (lemk.) čech. poln. *zač* 'weshalb, wofür', kroat. klruss. (lemk.) čech. poln. *nač* 'worauf', čech. poln. *ocz* 'um was', čech. *proč* 'weshalb'. Dem Masculinum fehlt *to* nie, aus dem einfachen Grunde, weil es den unbequemen Gleichlaut mit der Praeposition *kŭ* aufhebt. Es ist offenbar das Neutrum des Demonstrativum, welches in mannigfacher Weise als Conjunction und Adverbium gebraucht (Miklosich, Lex., Gramm. IV 114 f.; Buslajev, istor. gramm. russk. jaz. II [3] 336 f.), namentlich enklitisch anderen Wörtern zu deren Hervorhebung angefügt wird, z. B. russ. *otecŭ-to ljubitŭ, da mačecha-to zla* (Buslajev II 178) 'der Vater liebt, aber die Stiefmutter ist böse'. Dies geschieht besonders hinter Pronomina, das Klruss. z. B. hat *tój-to* 'jener da', *tó-to* oder *tóto-to* (d. i. *toto*, ntr. zu *tot*, + *to*) 'gerade das', *vin-to* 'er', *kotrýj-to* 'welcher', *tobí-to* dir' und andere (Ogonowski, Stud. auf dem Gebiet der ruthen. Sprache S. 161). Dass dies *to* das selbe ist wie in gemeinslaw. *kŭto*, *čĭto*, beweisen klruss. *chtóto* 'wer denn', *ščó-to* 'was denn'. Dem *chto* und *ščo* war nicht mehr anzumerken,

dass sie schon *to* enthielten, daher ward ihnen zur kräftigen Hervorhebung dies nochmals angefügt, gerade so, wie das ebenfalls in seinem Ursprunge verdunkelte *toto*, ntr. zu *tot*, welches schon verdoppeltes *to* enthält, zu *tótoto* verdreifacht ist. Vergl. auch poln. *cóż ci to?* 'was ist dir denn'? (Linde, Słownik s. v. *ten*). Es liegt auf der Hand, dass abulg. *či-to* 'was denn' sich zu *či* 'was' genau so verhält wie klruss. *ščó-to* zu *ščo*, die Anfügung des *to* also nicht über das slawische Sonderleben hinauf reicht und keinerlei Zusammenhang zwischen *küto*, *čito* und *οὗτος*, *αὕτη* besteht, da dem Griechischen eine ähnliche Verwendung des ntr. *τό* fremd ist. Den richtigen Weg zur Erklärung von *οὗτος* hat bereits Benfey gewiesen (Griech. Wzlex. I, 282; vergl. auch Delbrück, Syntakt. Forsch. IV, 139 f.). Vedisch finden sich mehrfach Demonstrativa emphatisch verstärkt, indem ihnen, durch *u* verbunden, ein zweites Demonstrativum *tya* in gleichem Casus angefügt wird: *etā́ u tyā́ uṣásaḥ* 'diese eben diese Morgenröthen' RV. I, 92, 1, *idám u tyát*, *imám u tyám* u. dergl. (Sonne, KZ. 12, 269). Nach dem selben Principe hat Benfey *τοῦτο*, *ταῦτα* als *τό-υ-το*, *τά-υ-τα* erklärt. Hier sind die beiden durch *υ* verbundenen oder getrennten Pronominalformen allerdings von dem selben Stamme gebildet, doch lässt sich auch dafür ein entfernteres Analogon aus der Vedensprache beibringen, epanaphorische Ausdrücke wie *tám u stuṣa índraṁ tám gṛṇīṣe* 'diesen Indra preise ich, eben diesen besinge ich' RV. II, 20, 4 (BR. 2 *u* 3), oder mit *u* an letzter Stelle *sá gā́ avindat só* [= *sá-u*] *avindad áśvānt sá óṣadhīḥ só* [= *sá-u*] *apáḥ sá vánāni* 'der fand die Rinder, eben der fand die Rosse, der die Kräuter, eben der die Wasser, der die Wälder' I, 103, 5; *sā́ nō amā́ só* [= *sā́-u*] *áraṇe ní pātu* 'die soll uns daheim, eben die in der Ferne beschützen' X, 63, 16. Ferner lässt sich für den Eintritt von *το-* an zweiter Stelle als Entschuldigung anführen, dass der dem ntr. *tya-* entsprechende Stamm aus dem lebendigen Gebrauche geschwunden, nur vielleicht in den Composita *σήμερον*, *σῆτες* unverstanden bewahrt ist. Natürlich sind nicht alle Formen von *οὗτος* auf rein lautgesetzlichem Wege aus den principiell anzusetzenden Grundformen entstanden, da ersichtlich analogische Ausgleichungen ihr Spiel getrieben haben. Rein lautgesetzlich entwickelt sind: 1. *τα-ῦ-τα*; 2. *το-ῦ-το*, da wir aus *πάν-υ* schliessen dürfen, dass *υ* erst nach Schwund eines ursprünglich auslautenden dentalen Verschlusslautes angewachsen ist; 3. und 4. dor. *τοῦτοι*, *τ*[illegible] *ται*, die ältesten Formen des Nom. pl., aus *τό(j)-υ-τοι τά(j)-υ-* [illegible] (vergl. att. *ἐάν*, *ἐπήν* aus *εἰ ἄν*, *ἐπεὶ ἄν*[1] und Krasen wie *οὑμοί* [illegible]

[1] Dass *ἐάν* im Att. offen blieb, während *ἐπήν* zusammengezogen ward, beruht [illegible] in den von W. Schulze (Quaest. 163) und Solmsen (KZ. 32, 526 f.) gesammelten F[illegible] auf der verschiedenen Silbenzahl von *ἐ(j)άν* und *ἐπε(j)άν*.

οἱ ἐμοί, κἀνταῦθα aus καὶ ἐνταῦθα u. dergl. bei Kühner-Blass I, 1, 220). Von diesen vier gegebenen Punkten aus hat sich die ganze Flexion entwickelt. Die Nominative sg. m. f. hätten zu lauten *ὄυο (ὁ-υ-ὁ) und *ἀυᾱ (ἁ-υ-ἁ), wurden aber durch τοῦτο, dor. τοῦτοι, ταῦται u. s. w. in οὗτος, αὕτᾱ gewandelt, indem die ersten Glieder durch das Verhältniss von ὁ, ἁ zu τό, dor. τοί, ταί geschützt blieben, nur die zweiten das τ und das masc. sein -ς nach Analogie der übrigen Casus bekamen. Es gehörte nun keine grosse Kühnheit dazu, auch das kurze ᾰυ von αὕτᾱ als Übertragung aus ταῦται, wo die Kürze berechtigt war, zu fassen; wir bedürfen aber selbst dieser nicht. Vedisch werden lange auslautende Vocale, wenn sie mit dem anlautenden Vocale eines folgenden Wortes nicht in eine Silbe verschmelzen, vor diesem verkürzt (A. Kuhn, Beitr. III, 119 ff.; Oldenberg, RV. I, 465 f.; Wackernagel, Gr. § 267 a *a*. b. c), z. B. *anyá-anyā* RV. I, 62, 8, triṣṭubh-Schluss, aus *anyā́-anyā*. Verschmolzen sie aber, was schon vedisch überwiegend, später stets geschieht, dann ergab -*ā* mit *ĭ̄* oder *ŭ̄*- nicht *ai*, *au*, sondern *e*, *o*, d. h. es ist vor der Zusammenziehung gekürzt worden, wie schon Benfey (GGA. 1846, 822) erkannt hat (Wackernagel, Gr. § 269 b *β*). So verschmolz *sā́* + *u* in *só* RV. X, 63, 16, ward also mit dem m. *só* aus *sá u* gleichlautend, ebenso gilt im Apers. für Masculinum und Femininum die selbe Form *hauv*, welche sich mit dem skr. *só* lautgesetzlich decken kann. In den homerischen Gesängen sind auslautende Längen vor folgendem ursprünglich vocalischem Anlaute ebenfalls regelmässig gekürzt. J. Wackernagel hat auf diese Thatsachen die Annahme gegründet, 'dass in der Grundsprache bei auslautender Länge neben der Contraction auch Hiat verbunden mit Kürzung der Länge üblich war, also z. B. *sā u* zu *să u* werden konnte, woraus sich das *α* von αὕτη völlig erklären würde'. 'Vielleicht zieht man aber vor, aus den femininalen Formen αὐ- im Griechischen, *so* im Veda und *hauv* im Altpersischen eine einsilbige, mit kurzem *a* anlautende [sic!] Form des Femininums »diese« für die Grundsprache zu erschliessen und somit anzunehmen, dass in der Grundsprache, gerade wie im Sanskrit, nicht bloss bei Hiatus, sondern auch bei Contraction langvocalischer Auslaut Kürzung erlitt' (Dehnungsgesetz der griech. Composita S. 65).

Diese Frage ist nur unter Berücksichtigung der von apers. *hauv* nicht zu trennenden abaktr. *hāu* m. f. und skr. *asáu* m. f., welche auch schon Benfey (vollst. Gr. S. 334; kze Gr. 333) mit οὗτος verbunden hat, Wackernagel aber stillschweigend übergeht, zu beantworten. Benfey erklärt *asáu* als junge Zusammenziehungen aus masc. **asá-u* und fem. **asā́-u*, wie *prauḍha-* aus *pra-ūḍha-* u. dergl. Man müsste dann annehmen, dass neben den schon im RV. einsilbigen m. f. *só* sich noch eine Zeit lang offene masc. **asá-u*, fem. **asā́-u* erhalten hätten, welche

dann in der später vereinzelt geübten Weise zu *asáu* geworden wären. Von vorn herein unmöglich scheint dies allerdings nicht zu sein, da auch neben *práuḍha-* 'ausgewachsen, gross' (seit AV. XV, 15, 4 belegt) im RV. I, 117, 15, freilich mit anderer Bedeutung, *próḷha-* 'hineingefahren' erscheint (Wackernagel, Gr. § 269 b γ) und (unbelegtes) *proḍham* als Adverb im Gaṇa *tiṣṭhadgvādi* zu Pāṇ. II, 1, 17 verzeichnet wird. Doch scheitert diese Annahme, dass *asá-u* länger offen geblieben sei als *só*, an der Thatsache, dass *asáu* nicht nur an allen acht Stellen seines Vorkommens im RV. zweisilbig gemessen, sondern an einer sogar nochmals mit *u* verbunden ist, *asā́ u* V, 17, 3 aus masc. *asáu u*, damals also schon längst vergessen war, dass *asáu* bereits *u* enthielt. Auch das abaktr. fem. *hāu* liesse sich vielleicht als späte Zusammenziehung aus *hā-u* fassen (vergl. *āidhi* Yt. V, 85 aus *ā idhi* 'komm her' gegen skr. *éhi*) und seine Verwendung auch für das Masculinum durch die Annahme erklären, dass entsprechend dem skr. *só* m. f., apers. *hauv* m. f. auch im Altbaktrischen einst ein früher zusammengezogenes **hao* m. f. neben dem später zusammengezogenen fem. *hāu* gelegen habe, die Doppelheit des fem. *hāu*, **hao* sich dann auch auf das Masculinum, für welches nur **hao* berechtigt war, erstreckte, endlich **hao* in beiden Functionen durch *hāu* verdrängt ward. Grosse Überzeugungskraft wohnt auch dieser Erklärung wegen ihrer Gewundenheit nicht inne. Am einfachsten ist jedesfalls die Annahme, 1. dass skr. *asáu* fem., abaktr. *hāu* fem. nach einem älteren Principe aus idg. *sā́ u* zusammengezogen sind, welches keine Verkürzung des ersten Vocals voraussetzt, nach dem selben, welches im Innern einfacher Worte waltete (vergl. 2. du. conj. med. *dhaíthe*, *pṛṇáithe* aus **dhā-īthe*, **pṛṇā-īthe* KZ. 26, 12, W. Schulze ebenda 27, 427), und in beiden Sprachen das Femininum die Vertretung des Masculinum mit übernommen habe, wie im Altpersischen das ursprünglich nur feminine *iyam* auch für das Masculinum gilt[1]; 2. dass neben diesem *sā́u* später aus den übrigen Casus *tám u*, *tád u* u. s. w. nochmals masc. *sá u*, fem. *sā́ u* erwuchsen, deren letzteres nach dem jüngeren interverbalen Contractionsgesetze mit Verkürzung zu *só* ward. Über das apers. m. f. *hauv* wage ich kein Urtheil zu fällen. Es kann, wie Bartholomae (Grdr. d. iran. Phil. I, 136) meint, das ursprüngliche masc. idg. *só-u* sein, so dass im Altpersischen das masc. *hauv* beide Geschlechter ver-

[1] *asáu* als Masculinum hat man mehrfach aus einem masc. ar. *sā́*, ursp[…] einer angeblichen Nebenform von skr. *sá*, urspr. *só* herzuleiten versucht (s. Brugm[…] Grdr. II, 776). Dass vedisch in bestimmten Versstellen gelegentlich *sā́* für *sá* s[…] beweist natürlich für die ältere Zeit gar nichts, und die angebliche Parallele zu […] masc. *só* und *sṓ*, nämlich *eγho* und *eγhō* 'ich', ist ganz willkürlich ohne genüge[…] Anhalt construiert, wie anderswo gezeigt werden wird. Skr. *sá*, gr. ὁ, got. *sa* erw[…] für die Ursprache *só* mit kurzem Vocale.

träte, während dies im Altbaktrischen durch das fem. *hāu* geschieht. Ob *hauv* in femininer Verwendung wie das ved. *só* aus ar. *sā́ u* entstanden sein kann, weiss ich aus Mangel an Analoga nicht zu sagen. Das erste Contractionsgesetz ohne Verkürzung gilt in der Fuge zwischen zwei Worten für das Altindische nicht mehr, das zweite mit Verkürzung dagegen steht in voller Kraft. Daraus folgt mit hoher Wahrscheinlichkeit, dass die Zusammenziehung von skr. *asáu*, abaktr. *hāu* aus vorindischer, sei es arischer, sei es indogermanischer Zeit datiert, dagegen die Verkürzung von *sā́ u* zu ved. *só* erst im indischen Sonderleben vollzogen ist.[1] Dann fehlt aber jeder Grund, die Kürzung und Einsilbigkeit des ersten Theiles von *αὖ-τη* mit WACKERNAGEL aus der Ursprache herzuleiten, um so mehr, als sich die Verkürzung von *sā́-u* zu *ά-υ*, *αὐ-* ohne jedes Bedenken dem griechischen Sonderleben zuweisen lässt. Vor dem demonstrativen *ί* von *οὑτοσ-ί* erscheinen bei Aristophanes alle langen Vocale kurz gemessen *αὑτή-ί*, *τουτού-ί* u. s. w. (KÜHNER-BLASS I, I, 313. 620e). Sie sind verkürzt, erst nachdem urgr. *ᾱ* zu att. ion. *η* gefärbt und *-οιο* in *-ου* zusammengezogen waren, bezeugen also für das schon im Epos waltende Verkürzungsgesetz lebendige Gültigkeit bis ins Sonderleben des Attischen hinein und erweisen damit die Möglichkeit, dass auch *αὖτᾱ*, wenn schon in einer viel früheren Zeit, so doch erst im Sonderleben des Griechischen aus *ᾱ-υ-τᾱ* verkürzt ist. Für meine Untersuchung hier ist das Wesentliche, dass, mag man über die Formen der arischen Sprachen und deren Datierung denken, wie man will, auf jeden Fall in *αὖτᾱ* nicht, wie BRUGMANN will, *ᾱυ* vor *τ* zu *ᾰυ*, sondern *ᾱ* im Hiatus vor *υ* zu *ᾰ* verkürzt ist, gerade wie *αι* durch *αj* hindurch zu *α* geworden ist in *τα(j)ῦται*, dass also *αὖτᾱ* für die von BRUGMANN behauptete Verkürzung langer Diphthonge vor Consonanten überhaupt nichts beweist.

5. 'Die scheinbar augmentlosen herodot. Formen *αἴτεε*, *εὔχετο*, *αὔξετο* und ähnliche können lautgesetzlich aus älteren Formen mit den Anlauten *ᾱi*, *ē̆u*, *ᾱu* entstanden sein' (BRUGMANN, Grdr. II, 865). Es handelt sich einzig darum, ob sie es müssen, und das wird angesichts von *ἀρρώδεον*, *ἀμείβετο*, *ἀμείψατο*, *ἀμαυρώθη*, *ἀλύκταζον*, *ἀγίνεον* u. s. w. (BREDOW 290f., SMYTH 461ff., KÜHNER-BLASS I, II, 19ff.) wohl Niemand behaupten wollen.

---

[1] Ein Analogon zu dem in zwei verschiedenen Perioden auftauchenden und in jeder anders behandelten *sā́-u* ist die Verbindung von *u* mit der 3. Pers. sing. der Verba. In der Urzeit verschmolz es mit dem Injunctiv, indem dessen *t*, wie überall im Inlaut, vor Vocalen stumm blieb: skr. *bhárat-u* ferto, abulg. *beretŭ* (OSTHOFF, MU. IV, 255 f.; BRUGMANN, Grdr. II, 1346), im Sonderleben des Indischen lose antretend veranlasst es nach dem späteren interverbalen Sandhi-Gesetze den Wandel von *-t* in *-d*: *ágacchad u* u. s. w.



6. Für *στεῦται* hat Brugmann (Grdr. I² 209) alte Länge durch nichts erwiesen.

7. Von 'eventueller Vocalverkürzung in sigmatischen Aoristformen wie *ἔτεισα, ἔδειξα, ἔπλευσα, ἔζευξα, ἔκερσα'* (ebenda 798) kann so lange keine Rede sein, als nicht erwiesen ist, dass die *ε* in *ἔσσα, ἔλεξα, ἔπλεξα* u. s. w. aus *η* verkürzt sind. Es handelt sich hier überhaupt nicht um die Fortsetzung alter Vṛddhivocale, sondern um Guṇavocale, welche aus dem Futurum übertragen sind.

8. Von allen bisher geprüften Belegen für die angebliche Kürzung der Langdiphthonge vor Consonanten hat keiner Stich gehalten, dagegen widersprach der zweite, hom. *νηῦς*, dem behaupteten Gesetze geradezu. Ihm scheint aber doch wenigstens einer die Stange zu halten, *Ζεύς* = skr. *dyáus*, welchen denn Brugmann auch an die Spitze seiner Phalanx gestellt hat.[1] Dieser Widerspruch wird jetzt sehr einfach gehoben durch das, was die elische Inschrift über den Ablaut der *ηυ*-Stämme lehrt, und damit kehren wir zum Ausgangspunkte der ganzen Untersuchung zurück. *Ζεύς* reimte von je auf *βασιλεύς* u. s. w., sein *ευ* hat für das griechische Sprachgefühl jeden Anhalt an den Casus obliqui verloren. Wenn nun bei den mehrsilbigen *ηυ*-Stämmen der Nom. auf *-ευς* nicht auf lautlichem Wege aus *-ηυς* gekürzt ist, sondern das *ευ* aus einem von Rechts wegen kurzes *ευ* führenden Casus übernommen hat, dann ist nur zu natürlich, dass in Folge dessen auch altes lautgesetzliches **Ζηύς* durch *Ζεύς* ersetzt ward.

Elisch *φυγαδείοι* aus **φυγαδεϝ-jοι*, welches, wie gesagt, die urgriechische Praesensbildung der späteren Verba auf *-ευω* erhalten hat, lehrt, dass der Auslaut der Stämme auf *ηυ* oder *ηϝ* vor einst betonten Suffixen durch deren Hochton zu *ευ* oder *εϝ* verkürzt war. Aus dem Verhältnisse von *εὐφραίνω* = **εὐ-φραν-jώ* zu dem alten Dat. pl. *φρασί* ergiebt sich, dass der ihnen gemeinsame Nominalstamm in beiden Formen nur so weit verschieden gestaltet ist, als es die folgenden Consonanten, im ersten Falle *j*, im zweiten *σ*, bedingten, der Stammvocal aber in beiden auf der selben Stufe steht. Daraus folgt, dass auch **φυγαδέϝjοι* und *βασιλεῦσι* schon durch den indogermanischen Ablaut das gleiche kurze *ε* erhalten haben, dass sich also *βασιλεῦσι* zu *βασιλῆϝα* verhält wie *φρασί* zu *φρένα*, d. h. nicht durch das zu Unrecht behauptete Gesetz im Sonderleben des Griechischen aus **βασιληυσι* verkürzt ist. Wie *φρασί* und hom.-att. *ναυσί* (hom. nur als erstes Glied von Comp.) allein unter allen schwachen Casus den a[illegible]n Vocal bewahrten, weil sie allein ein consonantisch anlautendes Ca[illegible]s-

[1] Die Schreibung *Ζηύς* auf der ionischen Gigantomachie-Vase im Louvre [illegible]t keinerlei sprachlichen Werth, da sich ebenda auch *Ὑπήρβιος* geschrieben finde[illegible]s. Kretschmer, KZ. 31, 292 f.).

suffix hatten, während in φρενός, φρενί, φρενῶν und νηός, νηΐ, νηῶν der starke Stamm drang, so behielt βασιλεῦσι unter allen schwachen Casus allein den kurzen Diphthong, während die übrigen, βασιλῆος, -ῆι, -ήων, den langen aus βασιλῆα u. s. w. übernahmen. Wie dann im Attischen die von Rechts wegen kurzen ναυσί, βουσί ihre Kürze, vielleicht durch das beiden Casus gemeinsame σ veranlasst, in die Nom. sg. ναῦς, βοῦς an Stelle der älteren νηῦς, βῶς übertrugen, so kann schon früher auch das ευ von βασιλεῦσι in den Nom. βασιλεύς übertragen sein an Stelle des alten rein lautgesetzlichen *βασιληύς. Für die weiter anzunehmende Übertragung des ευ von βασιλεύς auf Ζεύς bietet die Declination der ωι-Stämme ein Analogon. Als das urgriechische βῶν = ar. *gắm*, erhalten im Dorischen (Ahrens II, 165. 565) und Il. *H* 238, unter Einwirkung von βοῦς, βουσί durch βοῦν ersetzt wurde, giengen die Accusative der femininen ωι-Stämme, welche urgriechisch auf -ων endeten (Λατών), im Neu-Ionischen mit und erhielten -οῦν: Ἀρτεμοῦν u. s. w. (KZ. 27, 378f.).

Der Vocativ βασιλεῦ verhält sich zum Acc. βασιλῆϝ-α wie Ἄπολλον: Ἀπόλλων-α, σῶτερ: σωτῆρ-α, δέσποτα: δεσπότη-ν, Λατοῖ: Λατώ-ν (KZ. 27, 376), d. h. sein ευ ist durch die ursprüngliche Zurückziehung des Hochtons auf die erste Silbe des Wortes aus ηυ verkürzt. Diese Verkürzung stammt aus der Ursprache, wie die Übereinstimmung des Verhältnisses von Λατοῖ zu Λατώ-ν mit dem des skr. Voc. *jyắye* 'o Gattin' zum Acc. *jyắyā-m* lehrt (KZ. 27, 380ff.). Das einsilbige Ζεῦ hat die Kürze wohl wieder von βασιλεῦ übertragen.

Jede der eben gemachten Annahmen ist durch Analoga als möglich gesichert, ihre Gesammtheit aber wird nothwendig, um den Widerspruch zwischen Ζεύς und νηῦς zu heben. Hoffentlich ist er nun gehoben und das angebliche Gesetz von der Verkürzung langer υ-Diphthonge endgültig beseitigt. Dass es für die ι-Diphthonge ebenso unhaltbar ist, lässt sich leicht erweisen. Heute genüge es, den Declinationsablaut für die ηυ-Stämme fest gestellt zu haben, an welchem alle bisherigen Erklärungsversuche derselben (den letzten hat Brugmann veröffentlicht IF. 9, 365ff.) scheitern.

Über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28.

Von Adolf Harnack.

In den Sitzungsberichten 1899 S. 174f. habe ich die Stelle Act. 11, 27. 28 gestreift; ich beabsichtige sie im Folgenden ausführlich zu erörtern.

I. Ἐν ταύταις δὲ ταῖς ἡμέραις κατῆλθον ἀπὸ Ἱεροσολύμων προφῆται εἰς Ἀντιόχειαν· ἀναστὰς δὲ εἷς ἐξ αὐτῶν ὀνόματι Ἄγαβος ἐσήμανεν διὰ τοῦ πνεύματος λίμον μεγάλην μέλλειν ἔσεσθαι.[1]

II. Ἐν ταύταις δὲ ταῖς ἡμέραις κατῆλθον ἀπὸ Ἱεροσολύμων προφῆται εἰς Ἀντιόχειαν· ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις. συνεστραμμένων δὲ ἡμῶν ἔφη εἷς ἐξ αὐτῶν ὀνόματι Ἄγαβος σημαίνων διὰ τοῦ πνεύματος λίμον μεγάλην μέλλειν ἔσεσθαι.[2]

Die nachstehende Untersuchung geht von der durch Weiss, Corssen, Wendt, Ramsay und Anderen[3] befestigten Einsicht aus, dass der so-

[1] So alle Zeugen des Textes (Majusc., Minusc., Versiones, Patres) mit Ausnahme der Anm. 2 angeführten.

[2] So der Cod. D und der zugehörige d (aber er giebt συνεστρ. durch »reverentibus« wieder, ἔφη durch »ait«, σημαίνων durch »significabat« [ohne vorangestelltes »qui«]). Ebenso liest der Paris. lat. 321 (aber »eratque« für ἦν δέ, ferner »congregatis« und »qui significabat«, wahrscheinlich — Blass macht keine Angaben — auch »surgens« für »ait«). Augustin: »Eratque magna exsultatio. Congregatis autem nobis surgens unus ex illis nomine Agabus significabat«. Anonymus de prophetis et prophetiis c. ann. 400 (Theol. Litt. Ztg. 1898 Col. 172): »Eratque (aus »atque« herzustellen) magna exultacio. Congregatis autem nobis surgens ex illis nomine Agabus qui significabat«. (Die Angaben von Hrn. Blass über den Wernigerod. lat. sind nicht ausreichend; daher lasse ich ihn bei Seite). Nicht schwanken kann man darüber, dass in diesem Texte σημαίνων das Ursprüngliche ist: dann ist auch ἔφη ursprünglich.

[3] Vergl. auch Sitzungsberichte 1899 S. 150ff. Hr. Wendt (Commentar zur Apostelgeschichte[5] 1899 S. 43—53) hat in Kürze vortrefflich die Beobachtungen zusammengestellt, die den secundären Charakter des abendländischen Textes beweisen (vergl. von Dobschütz, Lit. Centralbl. 1895 Col. 601ff., 1897 Col. 385ff.). Auch das Ergebniss Wendt's — »es ist wahrscheinlich, dass der Hauptbestand der Sonderlesarten des W-Textes auf einen einzigen Redactor zurückgeht, der etwa der Mitte des 2. Jahrhunderts angehört« — halte ich für richtig. Für die entgegenstehende Blass'sche Hypothese sind in Deutschland Belser, Dräseke, Haussleiter, Hilgenfeld (bedingt), Nestle, Zahn und Zöckler eingetreten.

genannte abendländische Text der Apostelgeschichte (W) gegenüber dem Receptus (bez. O) nicht ursprünglich ist, sondern — abgesehen von späteren Verderbnissen, wie sie namentlich im Cod. D vorliegen — Correcturen und Glossen aus der ersten Hälfte des 2. Jahrhunderts enthält.

Dieses Ergebniss der textkritischen Untersuchung entscheidet aber nicht jeden einzelnen Fall; es ist vielmehr möglich, ja wahrscheinlich, dass an einigen Stellen D und seine Trabanten den echten Text gegenüber Vaticanus, Sinaiticus und allen übrigen Zeugen bewahrt haben. Jede einzelne Stelle bedarf daher einer Prüfung. Die oben in beiden Recensionen angeführte ist von allen die wichtigste; sie ist der Ausgangspunkt für die hohe Schätzung von W gewesen; gestützt auf sie, hat man behauptet, W müsse von Lucas selbst geschrieben sein, oder in ihr eine Quellenspur erkannt, die in O untergegangen sei.[1] Schliesst sich doch hier der Schreiber mit einem »ἡμεῖς« selbst in die antiochenische Gemeinde ein; die spätere kirchliche Tradition, auch im Orient, behauptet aber, Lucas sei Antiochener gewesen: sie scheint an unserer Stelle eine glänzende Bestätigung zu finden. Das »Wir«, welches in allen Handschriften der Apostelgeschichte in c. 16 eintritt, kann, so sagt man, eben deshalb auch an unserer Stelle nicht befremden. Dass der Verfasser (oder ein alter Corrector) es in c. 11 nachträglich gestrichen hat, während er es sonst durchweg stehen liess, ist freilich auffallend; aber noch viel auffallender, ja geradezu unerklärlich wäre es, wenn ein Unberufener im 2. Jahrhundert es willkürlich eingeschaltet hätte. Also ist es anzuerkennen und demgemäss mit Sicherheit zu schliessen: D und seine Trabanten haben uns in c. 11 den Urtext der Apostelgeschichte erhalten, der sowohl auf die Vorzüglichkeit von D als auf den Verfasser der Apostelgeschichte (oder mindestens auf den Verfasser einer seiner Quellenschriften) als Antiochener und frühen Zeitgenossen des Paulus ein helles Licht wirft.

Diese Argumentation scheint unerschütterlich, und selbst Hr. Weiss, der ihr mit starken Einwendungen entgegengetreten ist[2], räumt ein, dass er sie noch nicht völlig besiegt hat. Er schliesst seine Untersuchung der Stelle mit den Worten: »Es spricht immerhin noch Manches dafür, dass auch diese Lesart in D eine ganz secundäre ist. Aber wer das nicht annehmen will, der mag ja hier eine echte Lesart erhalten finden, ohne dass damit eine Praejudiz für den Text von D im Ganzen gegeben wäre«. Versuchen wir es, ob wir nicht einen Schritt weiter zu kommen vermögen.

[1] Siehe Wendt in den Theol. Stud. u. Krit. 1892 S. 271 ff.

[2] Texte und Untersuchungen. N. F. II, 1 S. 111 f.

1.

Das »Wir«, welches sich in der zweiten Hälfte der Apostelgeschichte so häufig findet, bezeichnet überall den Verfasser des Buches (oder seiner Quelle?) als Mitreisenden des Apostels Paulus: es ist die Selbstbezeichnung eines persönlichen Begleiters und stammt aus seinem Reisejournal. Dass es stehen geblieben ist, als der Verfasser des ganzen Buches jenes Journal bearbeitete (oder ein fremdes Journal benutzte), ist eine auffallende, aber doch nicht unbegreifliche Thatsache. Anders verhält es sich aber mit dem »Wir« an unserer Stelle. Es steht 1. in der ersten Hälfte der Apostelgeschichte völlig isolirt, und es bedeutet 2. nicht »Wir, die Begleiter des Paulus«, sondern bezeichnet die antiochenische Christengemeinde als die Gemeinde des Verfassers, der zugleich darthun will, dass er bei dem erzählten Ereigniss (Auftreten der jerusalemischen Propheten in Antiochien) zugegen gewesen ist. Diese Markirung ist mehr als auffallend und ohne jede Analogie in dem Buch. Während sich der Verfasser bisher völlig im Hintergrund gehalten und nirgendwo sonst eine Augenzeugenschaft verrathen hat, soll er plötzlich an einer versteckten Stelle gleichsam sein Monogramm eingezeichnet und sich selbst als Antiochener und als Theilnehmer vorgestellt haben: »als wir antiochenische Christen versammelt waren«!

Aber — wendet man ein — allerdings ist das »Wir« an unserer Stelle und das »Wir« in der zweiten Hälfte des Buches ein verschiedenes[1], allein es ist begreiflich, dass der Verfasser, wo die Rede auf seine Vaterstadt Antiochien kommt, sich selbst als Antiochener bezeichnet. Ganz wohl — aber dann ist doch zu verlangen, dass auch an anderen Stellen, an denen von der antiochenischen Gemeinde die Rede ist, dieses Verhältniss deutlich werde oder dass es wenigstens, wenn es markirt werden sollte, an der richtigen Stelle hervortrete. Allein keines von beiden ist der Fall. Weder lässt der Verfasser in den folgenden Erzählungen seines Buches, in denen noch öfters von Antiochien die Rede ist, je merken, dass er selbst dieser Gemeinde angehört, noch hat er sich als Antiochener dort eingeführt, wo in seinem Buch die antiochenische Kirchengeschichte beginnt (11, 19 ff.). Vielmehr mitten in einer rein objectiven Schilderung hat er lediglich in einem Nebensatze (Genet. absol.) kundgethan, dass er selbst damals Mitglied der

[1] Dem lateinischen Übersetzer des Cod. D ist die Verschiedenheit aufgefa[illegible] und er hat sie zu beseitigen versucht. Sein »revertentibus nobis« muss auf Barna[illegible] und Saulus zurückbezogen werden; allein weder darf συνεστραμμένων so übers[illegible] werden (es ist doch nicht gleich ἀνεστραμμένων), noch ist es denkbar, dass Barnabas [illegible] Schreiber des Abschnittes ist: er müsste es aber sein, wenn das »revertentibus nol[illegible] ursprünglich wäre.

antiochenischen Christengemeinde gewesen ist und den — keineswegs anschaulich erzählten[1] — Vorgang miterlebt hat! Das ist schwer zu glauben, und vergebens sucht man nach einer Erklärung für ein so capriciöses Verfahren.

2.

Doch zugestanden, dass ein kaum begreifliches Verfahren kein unmögliches ist — wie steht es mit dem Contexte? Ist das »Wir« wenigstens innerhalb der Perikope selbst unanstössig? Auch diese Frage ist zu verneinen. In v. 26 hatte der Verfasser berichtet, dass zuerst in Antiochien »die Jünger« den Namen »Christen« empfangen hätten.[2] Dann fährt er nach dem W-Texte fort:

---

[1] Man vergleiche, wie ganz anders im 2. Theil des Buches (c. 21, 10ff.), in welchem der Reisebegleiter und Augenzeuge schreibt, das zweite Auftreten desselben Agabus geschildert ist. *Ἐπιμενόντων δὲ ἡμῶν ἡμέρας πλείους κατῆλθέν τις ἀπὸ τῆς Ἰουδαίας προφήτης ὀνόματι Ἄγαβος καὶ ἐλθὼν πρὸς ἡμᾶς καὶ ἄρας τὴν ζώνην τοῦ Παύλου, δήσας ἑαυτοῦ τοὺς πόδας καὶ τὰς χεῖρας εἶπεν· τάδε λέγει τὸ πνεῦμα τὸ ἅγιον· τὸν ἄνδρα οὗ ἐστιν ἡ ζώνη αὕτη οὕτως δήσουσιν ἐν Ἱερουσαλὴμ οἱ Ἰουδαῖοι καὶ παραδώσουσιν εἰς χεῖρας ἐθνῶν. ὡς δὲ ἠκούσαμεν ταῦτα, παρεκαλοῦμεν ἡμεῖς τε καὶ ἐντόπιοι* (man beachte die Unterscheidung!) *τοῦ μὴ ἀναβαίνειν αὐτὸν εἰς Ἱερουσαλήμ. τότε ἀπεκρίθη ὁ Παῦλος καὶ εἶπεν· τί ποιεῖτε κτλ.* Wir werden unten noch einmal auf diese Stelle zurückkommen. Überall, wo im 2. Theile das »Wir« hervortritt, beweist die Fülle unerfindbaren Details, dass hier wirklich ein Augenzeuge redet; c. 11, 27ff. enthält aber keinen einzigen Zug, der auf einen solchen hindeutet. Nicht einmal das ist gesagt, durch welche symbolische Handlung — an eine solche ist um des *σημαίνειν* willen zu denken — der Prophet die bevorstehende Hungersnoth angedeutet hat. Endlich ist auch zu erwägen, dass gerade das Stück 11, 27—30 zu einer Fülle historisch-kritischer Bedenken Anlass gegeben hat: der Name des Propheten (Agabus) ist verdächtig (s. 21, 10), die als allgemeine angekündigte Hungersnoth contrastirt mit der Sendung nach Judäa; sie ist ausserdem vielleicht zu früh angesetzt; die Sendung des Barnabas und Saulus giebt in Hinblick auf Gal. 2 zu grossen Bedenken Anlass. Dennoch soll hier ein Augenzeuge sprechen! Nimmt man aber mit WENDT und Anderen an, dass der Augenzeugen-Bericht die Quelle des Verfassers der Apostelgeschichte gewesen ist, so wird völlig unbegreiflich, wie dieser das »*ἡμῶν*« stehen lassen konnte. Nach WENDT hat er seine Vorlage völlig umgewandelt (der Prophet soll in der Quelle überhaupt keine Hungersnoth, sondern einen allgemeinen Hunger der Heidenwelt nach dem göttlichen Wort verkündigt haben, und der Beschluss, Unterstützungen nach Judäa zu schicken, habe gar nicht in der Quelle gestanden); dennoch soll er das »*ἡμῶν*« conservirt haben! Das Stück, welches einer Umwandlung zuerst hätte zum Opfer fallen müssen, ist bewahrt geblieben; alle übrigen sind bis zur Unkenntlichkeit entstellt. Wo giebt es für solch ein Verfahren eine Analogie, und wie wenig passt es für den Verfasser der Apostelgeschichte, der doch kein stümpernder Schriftsteller gewesen ist.

[2] Hier findet sich übrigens ein sehr charakteristischer secundärer Zug in W. Der echte Text erzählt, dass die Jünger Jesu zuerst in Antiochien den Namen »Christen« erhalten hätten, ohne zu sagen, wann dies geschehen sei (*ἐγένετο δὲ αὐτοῖς* [scil. Barnabas und Paulus] *καὶ ἐνιαυτὸν ὅλον συναχθῆναι ἐν τῇ ἐκκλησίᾳ καὶ διδάξαι ὄχλον ἱκανόν, χρηματίσαι τε πρώτως ἐν Ἀντιοχείᾳ τοὺς μαθητὰς Χριστιανούς*). Dass es bereits im ersten Jahre der Verbreitung des Christenthums in Antiochien geschehen, ist sehr unwahrscheinlich, da Paulus den Namen »Christen« niemals braucht. Der Corrector aber, das ihm so

> »In diesen Tagen aber kamen Propheten herab von Jerusalem nach Antiochien; es war aber grosser Jubel. Als **wir** aber versammelt waren, sagte Einer von ihnen Namens Agabus, durch den Geist anzeigend, dass eine grosse Hungersnoth auf dem ganzen Erdkreise herrschen werde, welche unter Claudius eintrat. Die **Jünger** aber beschlossen, ein Jeder von **ihnen** nach Maassgabe seines Vermögens, zur Unterstützung den in Judäa wohnenden Brüdern (etwas) zu senden«.

Das »Wir« steht also zwischen den objectiven Bezeichnungen »die Jünger«. Unerträglich ist dieser Ausdruck an zweiter Stelle; denn derselbe Verfasser, der sich eben zu den antiochenischen Christen gerechnet hat, unterscheidet sich zwei Zeilen später wieder von ihnen; jene Jünger, von denen er so objectiv spricht, sind ja eben die antiochenischen Christen, er selbst mit eingeschlossen! Wollte er eine feine Unterscheidung zwischen sich und ihnen andeuten, oder wollte er zwischen den Zeilen das Geständniss machen, dass er seinen Beutel zugehalten und nichts geschickt, bez. sich an dem Beschluss nicht betheiligt habe, obgleich er zugegen war? Beide Annahmen sind gleich unwahrscheinlich, um nicht zu sagen unmöglich. Also ist der O-Text hier im Rechte, der das »Wir« überhaupt nicht bietet. Der W-Text verlangt nothwendig die Fortsetzung: »Wir aber beschlossen u. s. w.«; denn der Beschluss erfolgte in derselben Versammlung. Da er diese Fortsetzung nicht bietet, so ist sein »Wir« im höchsten Maasse verdächtig.

3.

Es ist so, werden die Vertheidiger des W-Textes einwenden: der W-Text enthält einen groben stilistischen Verstoss, aber welchem Schriftsteller begegnet ein solcher nicht? Mag dieser Verstoss auch noch so gross und unverständlich sein — viel unverständlicher sei jedenfalls das Verfahren des Correctors, der sich erdreistet haben soll, ein »Wir« einzuschieben; der O-Text lasse sich als Correctur des unlogischen und auffallenden W-Textes begreifen; wie aber W aus dem O-Text entstanden sein soll, der in seiner schlichten Haltung zu keiner Correctur oder Ergänzung auffordere, sei unerfindlich.

Man kann darüber streiten, was monströser ist — ein Augenzeuge, der seine Augenzeugenschaft nur durch ein »Wir«, nicht aber durch den Inhalt seiner Erzählung markirt und sie alsbald wieder vergisst, nachdem er sie hervorgehoben hat, oder ein Corrector, der sich

---

geläufige »τότε« einfügend, schreibt: *παραγενόμενοι ἐνιαυτὸν ὅλον συνεχύθησαν ὄχλον ἱκανόν, καὶ τότε πρῶτον ἐχρημάτισαν ἐν Ἀντιοχείᾳ οἱ μαθηταὶ Χριστιανοί.*

zum Augenzeugen macht. Wie, wenn es gedankenlos geschehen ist? Eine solche Gedankenlosigkeit ist jedenfalls im Laufe der Überlieferung eines Textes sehr viel leichter anzunehmen, als sie dem Autor selbst zuzutrauen ist. Was ist nicht Alles den wehrlosen Texten passirt! Und wenn, wie in diesem Falle, die Zeugen mit erdrückender Majorität den Autor entlasten, warum sollen wir den wenigen Zeugen glauben, dass er geschlafen habe? Doch wir wollen prüfen und zusehen, ob O sich wirklich viel leichter aus W erklären lasse als W aus O.

Die beiden Texte unterscheiden sich durch die in O fehlenden beiden Sätze: »*ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις*« und »*συνεστραμμένων δὲ ἡμῶν*«.[1] Unlucanisch sind die einzelnen Worte nicht, aber zu wenig charakteristisch, um von ihnen aus zu argumentiren; doch muss darauf hingewiesen werden, dass der W-Text das Wort *συστρέφειν* auch an anderen Stellen bietet, wo kein Grund ist, es für ursprünglich zu halten.[2] Ferner, die Satzgruppe, welche W bietet, mit ihren drei dicht hinter einander gestellten »*δέ*« (*Ἐν ταύταις δὲ ταῖς ἡμέραις — ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις. συνεστραμμένων δὲ ἡμῶν*) ist unbehülflicher, als wir es sonst vom Verfasser der Apostelgeschichte gewohnt sind; allein eine sichere Entscheidung in Bezug auf ihre Nicht-Ursprünglichkeit ist auch von hier aus nicht zu gewinnen. Wir müssen den Sinn der Sätze näher in's Auge fassen. Hier kann kein Zweifel darüber sein, dass in dem Sätzchen: »*ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις*« der Schwerpunkt der Mittheilung ruht; die folgenden drei Worte stellen nur den Übergang zum nächsten Satze dar. Nun ist es aber für den Corrector charakteristisch, dass er solche Stimmungsberichte eingeschoben hat, bez. solche Ausmalungen liebt. Im echten Text heisst es von dem geheilten Lahmen (3, 8): *καὶ ἐξαλλόμενος ἔστη καὶ περιεπάτει*; der Corrector schreibt: *καὶ περιεπάτει χαίρων καὶ ἐξαλλόμενος.* Jener schreibt bei der Bekehrung des Paulus (9, 4) einfach: *καὶ πεσὼν ἐπὶ τὴν γῆν*, der Corrector setzt hinzu *μετὰ μεγάλης ἐκστάσεως*; gleich darauf (9, 5) schiebt er *τρέμων τε καὶ θαμβῶν* ein, und während der echte Text (9, 20) schlicht berichtet, dass Paulus nach seiner Bekehrung »Jesum in den Synagogen verkündigt habe«, fügt der Cor-

[1] Über den Unterschied *ἀναστὰς . . . ἐσήμανεν* (O) und *ἔφη . . . . σημαίνων* (W) siehe unten. — Dass die oben stehenden Worte, die in O fehlen, gerade eine Zeile bilden, sei wenigstens angemerkt und ist vielleicht nicht gleichgültig.

[2] *Ἀγαλλίασις* findet sich Luc. 1, 14. 44; Act. 2, 46 (aber auch Judas 24 und Hebräer 1, 9 [im Citat]); das Verbum Luc. 1, 47; 10, 21; Act. 16, 34. — *Συστρέφεσθαι* findet sich sonst im echten Lucastexte nicht (wohl aber *συστροφή* = Zusammenrottung Act. 19, 40 und 23, 12 und *συστρέφειν φρύγανα* Act. 28, 3); dagegen ist im W-Texte noch dreimal ein *συστρέφεσθαι* (*συστρέφειν*) eingeschoben, nämlich Act. 10, 41 (*συνεφάγομεν καὶ συνεπίομεν καὶ συνεστράφημεν* [so D prim. man. d, *συναναστράφημεν* die übrigen Zeugen des W-Textes]), Act. 16, 39 (*μήποτε πάλιν συστραφῶσιν*) und Act. 17, 5 (*συστρέψαντες*). Diese Vorliebe des Correctors für das Wort ist immerhin beachtenswerth.

rector hinzu: *μετὰ πάσης παῤῥησίας*. Auch in 16, 4 ist *ἐκήρυσσον μετὰ πάσης παῤῥησίας* hinzugesetzt, ebenso 6, 10 *μετὰ πάσης παῤῥησίας*. In c. 19, 8 heisst es von Paulus in Ephesus: *ἐπαῤῥησιάζετο ἐπὶ μῆνας τρεῖς διαλεγόμενος*; dem Corrector genügte das nicht und er setzte *ἐν δυνάμει μεγάλῃ* hinzu; zu *προφῆται* (15, 32) fügt er *πλήρεις πνεύματος ἁγίου*, zu *ὄχλος* (16, 22) *πολύς*, zu *προσευχή* (12, 5) *πολλή*[1], zu *διωγμός* (13, 50) *καὶ θλῖψις μεγάλη*, zu *διωγμὸς μέγας* (8, 1) *καὶ θλῖψις*. Der echte Text schreibt (c. 22, 9): Die Begleiter des Paulus »sahen das Licht«; der Corrector fügt hinzu: *καὶ ἔμφοβοι ἐγένοντο* (vergl. den Zusatz in 26, 14). Der echte Text schliesst die Geschichte von Simon Magus, ohne etwas über die Gefühle desselben zu sagen; der Corrector fügt hinzu: *καὶ πολλὰ κλαίων οὐ διελίμπανεν* (8, 24). Von Sergius Paulus (13, 8), dem die Missionare predigten, heisst es in W: *ἐπειδὴ ἥδιστα ἤκουεν αὐτῶν*. Hiernach kann schwerlich ein Zweifel sein, dass die Worte »*ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις*« derselben Hand angehören, die jene Zusätze geschrieben hat. Hätte Hr. Blass, statt uns einen neuen Text zu geben, die Sonderlesarten von W in Gruppen systematisch geordnet, so hätte ihm der secundäre Charakter dieser Zusätze schwerlich entgehen können.[2] Warum sollen die Ausmalungen getilgt sein, wenn sie ursprünglich im Text standen? Ein vernünftiger Grund dafür lässt sich nicht finden. Dagegen sind ausmalende Zusätze in der Überlieferung hagiographischer Texte sehr häufig. Somit steht der secundäre Charakter des Satzes: »*ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις*« ebenso fest wie der jener anderen Amplificationen.

Sind aber jene Worte ein Zusatz, so auch ihre Fortsetzung: »*συνεστραμμένων δὲ ἡμῶν*«, denn ihre Überlieferung ist genau dieselbe, und kein Zeuge bezeugt sie ohne den Satz, der ihnen vorangeht. Ferner lässt sich auch hier nachweisen, dass sie — von »*ἡμῶν*« noch

---

[1] Diese Stelle, die nur wenige Zeilen von der unsrigen entfernt ist, ist besonders wichtig. Der W-Text bietet nach der Erzählung von der Gefangennahme des Petrus die Worte: *πολλὴ δὲ προσευχὴ ἦν*, der O-Text nur *προσευχὴ δὲ ἦν*. Vergl. 5, 36, wo *μέγαν*. 5, 37, wo *πολύν*, 11, 26, wo *ὄχλον ἱκανόν*, 13, 44, wo *πολὺν λόγον*, 14, 6, wo *ὅλην*, 14, 21, wo *πολλούς* (für *ἱκανούς*), 16, 15, wo *πᾶς*, 16, 22, wo *πολύς*, 16, 39, wo *μετὰ φίλων πολλῶν*, 17, 4, wo *πολλοί*, 18, 6, wo *πολλοῦ δὲ λόγου γινομένου*, 19, 29, wo *ὅλη*, 20, 1, wo *πολλά*, 20, 2, wo *πάντα*, 20, 23, wo *πᾶσαν* eingesetzt ist. In 13, 12 ist ein *ἐθαύμασεν* eingeschoben, 13, 41 *καὶ ἐσίγησαν* (damit ist der Eindruck der Rede zum Ausdruck gebracht), 14, 7 *καὶ ἐκινήθη ὅλον τὸ πλῆθος ἐπὶ τῇ διδαχῇ*.

[2] Vergl. Ramsay, »Expositor« T. VI p. 464 ff., der mit Recht darauf aufmerksam macht, dass sich der in D vorliegende Text der Apostelgeschichte zu dem ursprünglichen verhält wie die späteren Recensionen von Märtyrer- und Heiligengeschichten zu den früheren. Dies ist in der That die entscheidende Betrachtung, unter welcher jener Text beurtheilt werden muss.

abgesehen — ganz der Manier des Correctors entsprechen. Neben den Ausmalungen liebt er es nämlich, volle Übergänge durch eingeschobene Nebensätze (besonders mit dem Genet. abs.[1]) zu schaffen. Er schiebt ein

c. 2, 37 τότε πάντες οἱ συνελθόντες,
c. 3, 3 οὗτος ἀτενίσας τοῖς ὀφθαλμοῖς αὐτοῦ,
c. 3, 11 ἐκπορευομένου δὲ τοῦ Πέτρου καὶ Ἰωάννου,
c. 4, 18 συγκατατιθεμένων δὲ αὐτῶν τῇ γνώμῃ,
c. 5, 21 ἐξελθόντες δὲ ἐκ τῆς φυλακῆς,
c. 5, 22 καὶ ἀνοίξαντες τὴν φυλακήν,
c. 9, 34 ἀτενίσας δὲ εἰς αὐτόν,
c. 10, 23 τότε εἰσαγαγὼν ὁ Πέτρος,
c. 11, 25 ἀκούσας δὲ ὅτι Σαῦλός ἐστιν εἰς Ταρσόν,
c. 12, 21 καταλλαγέντος δὲ αὐτοῦ τοῖς Τυρίοις καὶ τοῖς Σιδωνίοις,
c. 14, 19 διατριβόντων δὲ αὐτῶν καὶ διδασκόντων,
c. 15, 12 συγκατατιθεμένων δὲ τῶν πρεσβυτέρων τοῖς ὑπὸ τοῦ Πέτρου εἰρημένοις,
c. 16, 1 διελθὼν δὲ τὰ ἔθνη ταῦτα,
c. 24, 9 εἰπόντος δὲ αὐτοῦ ταῦτα u. s. w.

Diese Übersicht macht es deutlich, dass das *συνεστραμμένων κτλ.* ganz in seiner Manier ist. Der Fortgang der Erzählung war durch den Satz »ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις« unterbrochen worden. Nach seiner Gewohnheit stellte der Corrector den Zusammenhang durch einen eingeschobenen Genet. absol. her; er wählte dafür ein Wort, welches ihm auch sonst geläufig war (s. oben).

Der secundäre Charakter dieser Zusätze, die sämmtlich in O fehlen, kann an zwei Stellen evident gemacht werden. In c. 8, 5 heisst es: *Φίλιππος κατελθὼν εἰς Σαμάρειαν τὴν πόλιν ἐκήρυσσεν αὐτοῖς τὸν Χριστόν· προσεῖχον δὲ οἱ ὄχλοι τοῖς λεγομένοις ὑπὸ τοῦ Φιλίππου.* Der Corrector war mit dieser kurzgefassten Erzählung nicht zufrieden, sondern schaltete vor *προσεῖχον* die Worte »ὡς δὲ ἤκουον« ein und fügte zu *ὄχλοι* nach seiner Gewohnheit »πάντες«. Er beachtete aber nicht, dass der Satz nach den Worten *ὑπὸ τοῦ Φιλίππου* sich also fortsetzt: »ὁμοθυμαδὸν ἐν τῷ ἀκούειν αὐτοὺς καὶ βλέπειν τὰ σημεῖα ἃ ἐποίει«, liess dies unverändert stehen und erhielt so ein doppeltes, ganz unerträgliches *ἀκούειν*.[2] Die andere Stelle ist nicht minder schla-

[1] Nicht selten hat er auch den Genet. abs. eingeführt, wo ihm eine andere Construction überliefert war; s. zu 1, 9; 2, 1; 2, 15; 21, 1; 21, 27; 23, 9 u. s. w.

[2] Wohlweislich bestreitet Blass an dieser Stelle, dass die Worte »ὡς δὲ ἤκουον ... πάντες« dem W-Texte angehören; er sieht in ihnen eine spätere Entartung; aber sie

gend. Der echte Text der Apostelgeschichte lässt Paulus nach dem Apostelconcil mit Silas erst Syrien und Cilicien durchziehen (15, 41), dann die Städte Derbe, Lystra, Iconium u. s. w. Nur bei diesen Städten wird angemerkt (16, 4), dass Paulus ihnen das eben erlassene Apostel-decret mitgetheilt habe — natürlich, denn nach Syrien und Cilicien war ja das Decret adressirt. Aber der Corrector übersah das und fügte ganz unpassend bereits 15, 41 die Worte ein: »παραδιδοὺς τὰς ἐντολὰς τῶν ἀποστόλων καὶ πρεσβυτέρων«. Sein überall zu beobachtendes Streben nach Vollständigkeit hat ihm also hier einen schlimmen Streich gespielt.

Sind diese Zusätze somit secundär und trägt der Zusatz in c. 11, 27 denselben Charakter wie sie, so folgt, dass auch er nichts Ursprüngliches enthält, sondern dem Corrector der Apostelgeschichte angehört.

Es bleibt somit nur das »ἡμῶν« übrig. Durch den Zusammenhang, in welchem es steht, ist es bereits gerichtet. Stände an unserer Stelle: »ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις· συνεστραμμένων δὲ αὐτῶν«, so wäre über den secundären Charakter der Sätze kein Wort mehr zu verlieren; aber das räthselhafte »ἡμῶν« verlangt doch noch in Bezug auf seine Entstehung eine besondere Erwägung:

1. So gewiss der betreffende Satz dem W-Texte angehört, so gewiss ist andererseits zu beachten, dass unsere Überlieferung hier eine sehr schmale ist. Wir wissen weder, wie die älteren Väter, die sonst den W-Text bezeugen (Irenäus, Tertullian und Cyprian), gelesen haben, noch besitzen wir die orientalischen Trabanten von D an dieser Stelle. Somit können wir das »ἡμῶν« nicht weiter zurückverfolgen als bis auf das Jahr c. 400 (für das »ἔφη« ist sogar D saec. VI. der älteste directe Zeuge). Man muss daher mit der Möglichkeit rechnen, dass das »ἡμῶν« gar nicht zum ursprünglichen Texte von W gehört, sondern sich erst in der Zeit zwischen den Jahren 150 und 400 eingeschlichen hat. Ist doch bei Irenäus (III, 14, 1) in Act. 16, 8 ein ganz sinnloses »venimus« in den Text gedrungen, und ebenso sinnlos bietet D in Act. 21, 29 »ἐνομίσαμεν« statt ἐνόμιζον.[1] Dass das anstössige »ἡμῶν« an unserer Stelle innerhalb des W-Textes gesichert sei, wird man daher nicht sagen können, vielmehr ist offen zu lassen, dass der Corrector αὐτῶν oder τῶν μαθητῶν geschrieben hat, wie man nach dem Contexte erwarten muss (s. oben zu μαθηταί).

2. Aus einem halbverlöschten »μαθητῶν« liesse sich graphisch das »ἡμῶν« erklären; doch glaube ich (mit Weiss), dass der Correc[tor]

---

sind ganz im Stile von W und werden nicht nur von D[1], sondern auch von syr geboten (vergl. Weiss, a. a. O. S. 68).

[1] Dass umgekehrt im Sinait. prim. man. »ἡμῶν« in ein unerträgliches »αὐτῶν« verwandelt ist (Act. 21, 10), daran erinnert Weiss (a. a. O.). In D steht c. 20, 5 »αὐτ[οὺς]« für »ἡμᾶς«.

das am nächsten liegende »αὐτῶν« geschrieben hat. Schrieb er nämlich so, so forderte er zu einer Correctur geradezu auf.[1] Die Satzgruppe lautete nun so: Ἐν ταύταις δὲ ταῖς ἡμέραις κατῆλθον ἀπὸ Ἱεροσολύμων προφῆται εἰς Ἀντιόχειαν. ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις. συνεστραμμένων δὲ αὐτῶν ἔφη εἷς ἐξ αὐτῶν ὀνόματι Ἄγαβος σημαίνων κτλ. Das erste αὐτῶν bezeichnet die antiochenischen Christen, das zweite die Propheten. Dieser Text konnte unmöglich stehen bleiben: entweder hat ihn nachträglich der Corrector selbst oder der nächste Abschreiber geändert. Der Gedankenlosigkeit bot sich das für die Apostelgeschichte (2. Theil) so charakteristische ἡμῶν leicht an[2]: Verschlimmbesserungen sind nichts Ungewöhnliches. Aber wie dem auch sein mag, das ἡμῶν kann nicht ursprünglich sein, wenn der Context es nicht ist, dem es angehört. Fassen wir zusammen: die Worte »ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις. συνεστραμμένων δὲ ἡμῶν« sind aus dem echten Texte der Apostelgeschichte zu tilgen, denn

1. das »Wir« ist ein anderes als das »Wir« in dem 2. Theile der Apostelgeschichte[3],

---

[1] Siehe Sitzungsberichte S. 174 f.

[2] Weiss verweist ausserdem auf die zweite Agabus-Erzählung, die als Vorlage gedient haben könnte (c. 21, 10 ff.) und die auch das eingeschobene »ἔφη« erklären würde. Die Parallele ist allerdings frappant: Ἐπιμενόντων ἡμῶν . . . κατῆλθέν τις ἀπὸ Ἰουδαίας προφήτης ὀνόματι Ἄγαβος καὶ ἐλθὼν πρὸς ἡμᾶς . . . . εἶπεν. Allein es ist mir doch fraglich, ob das »ἡμῶν« c. 11, 27 aus dieser Stelle geflossen ist. Sieht man von ihr ab, so bleibt die Änderung von »ἀναστὰς . . . ἐσήμανεν« in »ἔφη . . . σημαίνων«, die sehr ungeschickt ist, da keine directe Weissagung folgt (Weiss), unerklärt. Nun finden sich zwar in W Correcturen, die man nur als müssig-muthwillige bezeichnen kann; aber man möchte bei der Annahme solcher möglichst zurückhaltend sein. In diesem Falle kann man meines Erachtens den Grund für die Änderung noch nachweisen. Das Wort σημαίνων wird im N. T. fast ausschliesslich von prophetischen Aussagen bez. bildlichem Anzeigen gebraucht. Nur Act. 25, 27 findet es sich im profanen Sinn; an den fünf übrigen Stellen (ausser der unsrigen noch Joh. 12, 33; 18, 32; 21, 19 und Apost. Joh. 1, 1) aber bezeichnet es prophetisches Wort und Thun. Die johanneischen Stellen aber lauten: τοῦτο ἔλεγεν σημαίνων ποίῳ θανάτῳ ἤμελλεν ἀποθνήσκειν — ἵνα ὁ λόγος τοῦ Ἰησοῦ πληρωθῇ ὃν εἶπεν σημαίνων ποίῳ θανάτῳ κτλ. — τοῦτο δὲ εἶπεν σημαίνων ποίῳ θανάτῳ δοξάσει τὸν θεόν. Die Stellen gehörten zu den bekanntesten, und sie zeigen, dass das »εἶπεν σημαίνων« etwas Formelhaftes hatte. Diese Formel ist dem Corrector in das Gedächtniss und die Feder gekommen (dass er auch sonst vom Joh.-Ev. abhängig ist, zeigt der Schluss, den er der Apostelgeschichte [28, 31] gegeben hat; er ist dem Schluss jenes Evangeliums nachgebildet; für den Zusatz 23, 24 scheint Matth. 27, 64 vorgeschwebt zu haben). Übrigens hat er das namentlich in der ersten Hälfte der Apostelgeschichte so häufige pleonastische ἀναστάς noch zweimal gestrichen, nämlich 10, 13 und 23, 9. C. 10, 26 hat er das fast unentbehrliche ἀνάστηθι getilgt (in 5, 17 ist Ἄννας für ἀναστάς schwerlich die ursprüngliche Lesart von W).

[3] Auch der Versuch, auf Grund unserer Stelle eine zweite »Wir-Quelle« für den Verfasser der Apostelgeschichte zu construiren, scheitert, abgesehen von seiner allgemeinen Abenteuerlichkeit, an der Thatsache, dass keine einzige Gruppe von Vorgängen, die in c. 1–15 erzählt werden, auf einen Augenzeugen zurückgeführt werden kann. Richtig ist, dass sich von c. 6, 1 ff. ab eine alte Quelle wahrscheinlich machen lässt, zu der auch 11, 27 ff. gehört; aber auch sie stammt von einem Späteren.

2. es tritt an einer wenig geeigneten Stelle auf, und der Verfasser verräth nirgendwo sonst, dass er Antiochener und Augenzeuge antiochenischer kirchengeschichtlicher Vorgänge gewesen ist,

3. der Context protestirt gegen das »Wir« denn es wird im nächsten Satze wieder aufgehoben,

4. der Context entspricht dem »Wir« nicht, denn er bietet keine anschauliche Erzählung, wie man sie von einem Augenzeugen erwarten muss, ja er enthält wahrscheinlich historische Verstösse,

5. der Satz »ἦν δὲ πολλὴ ἀγαλλίασις« ist ganz im Stile des Correctors W gehalten,

6. der Übergangssatz »συνεστραμμένων κτλ.« entspricht ebenfalls seiner Weise (und das Wort συστρέφειν wird von ihm bevorzugt),

7. bei den Zeugen von W ist an zwei anderen Stellen ein sinnloses »Wir«, an einer dritten umgekehrt ein »αὐτόν« für »ἡμᾶς« nachgewiesen[1],

8. dass W ursprünglich an unserer Stelle »Wir« geboten hat, ist nicht sicher, da die älteren abendländischen Trabanten von D und die orientalischen Zeugen hier fehlen und somit das »Wir« erst für die Zeit um das Jahr 400 belegt werden kann; hat der Corrector (saec. II init.) wirklich ἡμῶν geschrieben, so liess er sich durch den 2. Theil des Buches beeinflussen,

9. lautete aber der Text in W ursprünglich »αὐτῶν«, so war eine nachträgliche Correctur angezeigt, ja sie war geradezu, um des doppelten, missverständlichen αὐτῶν willen, geboten.[2] —

Ich habe die Untersuchung so eingehend geführt, weil es eine Frage von fundamentaler Bedeutung für die gesammte Beurtheilung der Apostelgeschichte ist, ob ihr Verfasser bereits in c. 11 als Augenzeuge geschrieben hat oder nicht.[3] Es ist ein verantwortungsvolles Unternehmen, ein »Wir«, das in einem Buche, wenn auch unsicher, überliefert ist, zu streichen; aber ich hoffe gezeigt zu haben, dass dieses »Wir« in unserem Verse apokryph ist.[4] Wer auf Grund des-

---

[1] Die Fälle sind nicht gleichartig; aber wenn der Corrector nicht selbst ἡμῶν geschrieben hat, sondern die Änderung erst nachträglich eingetreten sein sollte, dürfen sie doch erwähnt werden.

[2] Die Correctur (ἡμῶν für αὐτῶν) setzte sich dann in dem »revertentibus« des Cod. D lat. fort; erst diese neue Correctur macht das zu Unrecht eingeführte »Wir« dem »Wir« des 2. Theils conform.

[3] Ich stimme denen bei, die behaupten, dass, wenn das »Wir« in c. 11 ursprünglich ist, es den Verfasser des ganzen Buchs bedeutet und nicht wohl das stehengebliebene Trümmerstück einer Quellenschrift sein kann.

[4] Das bestätigt sich schliesslich noch durch die Überlegung, dass die Streichung desselben ganz unbegreiflich bleibt. Warum soll es O getilgt haben, wenn er es vorfand? Hr. Wendt meint, es sei leicht verständlich, dass man das erste, so ganz vereinzelte Auftreten der 1. Person auffällig und den grossen Jubel, der zu der gleich

selben eine Construction in Bezug auf die Entstehung der Apostelgeschichte unternimmt, baut auf Sand.

Die Hauptmasse der Sonderlesarten des W-Textes zerfällt in drei Gruppen, die sämmtlich einem Corrector angehören: 1. Der Corrector liess sich von dem pedantischen Bestreben leiten, die Sätze seiner Vorlage deutlicher unter einander in Verbindung zu setzen; daher schob er nichtssagende Übergangssätze ein; 2. er amplificirte und steigerte die Erzählungen durch Einfügung von starkklingenden Adjectiven und ausmalenden Zusätzen; 3. er suchte dem Eindruck, den die Geschichten erwecken sollten, dadurch nachzuhelfen, dass er ihn selbst formulirte. Diese Eigenthümlichkeiten sind unter sich verwandt und offenbaren ein untergeordnetes Ingenium. Zur Beantwortung der Frage, wann der Corrector gearbeitet hat, lässt sich, soviel ich sehe, anderes Material nicht beibringen, als das in meiner ersten Abhandlung Mitgetheilte: er schrieb geraume Zeit vor Tertullian und Irenäus, aber erst nachdem das sogenannte Aposteldecret obsolet geworden war und man in dem Moralkatechismus der »beiden Wege« apostolische Anordnungen zu sehen glaubte.[1] Dass in dem eingeschobenen »καὶ Μύρα« (nach »εἰς Πάταρα« und vor »εἰς Φοινίκην«) Act. 21, 1 eine Abhängigkeit von den in den Acta Pauli bearbeiteten Überlieferungen hervortritt, wage ich nicht sicher zu behaupten. Doch ist es merkwürdig, dass Paulus nach jenen Acten, wie Hr. Carl Schmidt zeigen wird, in Myra sich aufgehalten hat und von dort nach Phoenicien gekommen ist.

---

folgenden Weissagung einer grossen Calamität in seltsamem Contrast zu stehen schien, anstössig fand. Allein das ist doch nicht altchristlich gedacht. Die Ankunft von Propheten ist an sich ein freudiges Ereigniss, und haben sie eine grosse Hungersnoth zu verkündigen, so wird das ersehnte Ende nahe sein. Ist somit die Tilgung des »Jubels« nicht begreiflich zu machen, so ist noch viel weniger abzusehen, warum man das ἡμῶν so auffällig gefunden haben soll, dass man es strich.

[1] Es ist mir eingewendet worden, dass »ἀπέχεσθαι αἵματος« (Act. 15, 29) schlechterdings nicht »sich des Mordes enthalten« heissen könne. Gewiss, kein Grieche würde so geschrieben haben, wenn er den Gedanken frei zu stilisiren gehabt hätte. Allein hier handelte es sich darum, einer Vorlage durch möglichst geringe Veränderungen einen neuen Sinn zu geben; da musste sich der Corrector damit begnügen, die Vorlage seinem Gedanken einigermaassen anzupassen.

Ausgegeben am 13. April.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

XVIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

6. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Frobenius las: »Über die Composition der Charaktere einer Gruppe«.

Es werden Eigenschaften der Charaktere einer Gruppe entwickelt, die es möglich machen aus bekannten Charakteren neue abzuleiten. Besonders führt zu diesem Ziele der Satz: Das Product zweier Charaktere einer Gruppe lässt sich als eine lineare Verbindung aller Charaktere darstellen, deren Coefficienten positive ganze Zahlen sind.

2. Hr. van't Hoff las eine mit Hrn. H. M. Dawson bearbeitete zwölfte Mittheilung aus seinen Untersuchungen »über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers«.

Aus dem früher beschriebenen Magnesiumsulfattetrahydrat $MgSO_4 . 4H_2O$ bildet sich noch unterhalb 25° unter Einfluss der wasserentziehenden Wirkung von Magnesiumchlorid ein bis jetzt noch nicht beschriebenes Fünfviertelhydrat von der Zusammensetzung $SO_4Mg . 5/4 H_2O$ bez. $4SO_4Mg . 5 H_2O$.



Über die Composition der Charaktere einer Gruppe.

Von G. Frobenius.

Um die Berechnung der Charaktere einer Gruppe zu erleichtern, habe ich in meiner letzten Arbeit (Sitzungsberichte 1898) Relationen abgeleitet, die zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen bestehen. Eine andere Methode, die demselben Zwecke dient, ergiebt sich aus dem Satze, den ich in dieser Arbeit entwickeln will. Danach lässt sich das Product zweier Charaktere einer Gruppe als eine lineare Verbindung ihrer Charaktere darstellen, deren Coefficienten positive ganze Zahlen sind. Diese Coefficienten, die ich mit $f_{\kappa\lambda\mu}$ bezeichne, haben ähnliche Eigenschaften wie die Zahlen $h_{\alpha\beta\gamma}$, die ich in meiner Arbeit *Über Gruppencharaktere* (Sitzungsberichte 1896) eingeführt habe. Es ist mir zwar nicht gelungen, die Bedeutung der Zahlen $f_{\kappa\lambda\mu}$ für eine gegebene Gruppe zu erforschen. Aber schon die Gewissheit, dass zwischen den Charakteren einer Gruppe Relationen der angegebenen Art existiren, gestattet in vielen Fällen, aus einem oder mehreren bekannten Charakteren neue abzuleiten.

§ 1.

Aus zwei linearen Substitutionen

(a) $$u_\alpha = \sum_\beta a_{\alpha\beta}\, v_\beta \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \cdots f)$$

und

(a′) $$u'_\gamma = \sum_\delta a'_{\gamma\delta}\, v'_\delta \qquad (\gamma, \delta = 1, 2, \cdots f')$$

kann man eine dritte ableiten

(A) $$u_\alpha u'_\gamma = \sum_{\beta,\delta} a_{\alpha\beta} a'_{\gamma\delta}\, v_\beta v'_\delta,$$

indem man die ff' Producte $u_\alpha u'_\gamma$ in irgend einer Reihenfolge mit U_λ $(\lambda = 1, 2, \cdots ff')$, die Producte $v_\alpha v'_\gamma$ in derselben Reihenfolge mit V_λ bezeichnet. Nennt man nach dem Vorgange von Dedekind die Summe der Diagonalelemente einer Substitution oder Matrix ihre *Spur*, so ist die Spur von (A) gleich dem Producte der Spuren von (a) und (a'). In derselben Weise bilde man aus den Matrizen (b) und (b') der Grade

f und f' die Matrix (B) des Grades ff', und aus (c) und (c') die Matrix (C). Ist dann $(c) = (a)(b)$ und $(c') = (a')(b')$, so ist auch $(C) = (A)(B)$, wie aus der oben angegebenen Entstehung von (A) aus (a) und (a') unmittelbar ersichtlich ist.

Seien Φ_ν $(\nu = 0, 1 \cdots k-1)$ die k Primfactoren der Determinante der Gruppe $\mathfrak{H}$, und $\chi^{(\nu)}$ ihre Charaktere. Den Elementen $A, B, C, \cdots$ von $\mathfrak{H}$ mögen in der primitiven Darstellung von $\mathfrak{H}$ durch lineare Substitutionen, die zu $\Phi_\varkappa$ gehört, die Matrizen $(a), (b), (c), \cdots$ entsprechen, in der zu Φ_λ gehörigen Darstellung die Matrizen $(a'), (b'), (c'), \cdots$. Ist dann $AB = C$, so ist $(a)(b) = (c)$ und $(a')(b') = (c')$ und mithin auch $(A)(B) = (C)$. Folglich ist $(A)x_A + (B)x_B + (C)x_C + \cdots$ eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix, und ihre Determinante ist

$$(1.) \qquad \prod_\mu \Phi_{\mu'}^{f_{\varkappa\lambda\mu}},$$

wo $f_{\varkappa\lambda\mu}$ eine positive ganze Zahl oder Null ist, und mit $\Phi_{\mu'}$ die zu Φ_μ conjugirte complexe Primfunction bezeichnet werden soll.

Da die Spur von (a) gleich $\chi^{(\varkappa)}(A)$, die von (a') gleich $\chi^{(\lambda)}(A)$ ist, so ist die von (A) gleich $\chi^{(\varkappa)}(A)\chi^{(\lambda)}(A)$. Aus der Formel (1.) erhält man aber für diese Spur den Ausdruck

$$\chi^{(\varkappa)}(A)\chi^{(\lambda)}(A) = \sum_\mu f_{\varkappa\lambda\mu}\, \chi^{(\mu')}(A) = \sum_\mu f_{\varkappa\lambda\mu}\, \chi^{(\mu)}(A^{-1}),$$

oder auch, weil μ' zugleich mit μ die Werthe $0, 1, \cdots k-1$ durchläuft,

$$(2.) \qquad \chi^{(\varkappa)}(R)\chi^{(\lambda)}(R) = \sum_\mu f_{\varkappa\lambda\mu'}\, \chi^{(\mu)}(R), \qquad \chi_\varrho^{(\varkappa)}\chi_\varrho^{(\lambda)} = \sum_\mu f_{\varkappa\lambda\mu'}\, \chi_\varrho^{(\mu)}.$$

Diese Formel enthält die Regeln, nach denen die *Composition* der Charaktere erfolgt. Setzt man

$$(3.) \qquad hf_{\varkappa\varkappa'} = \sum_R \chi^{(\varkappa)}(R)\chi^{(\varkappa')}(R) = h, \qquad hf_{\varkappa\lambda} = \sum_R \chi^{(\varkappa)}(R)\chi^{(\lambda)}(R) = 0$$

(wo λ von $\varkappa'$ verschieden ist), so ergiebt sich mit Hülfe dieser Relationen

$$(4.) \qquad hf_{\varkappa\lambda\mu} = \sum_R \chi^{(\varkappa)}(R)\chi^{(\lambda)}(R)\chi^{(\mu)}(R),$$

oder, wenn ϱ die k Classen conjugirter Elemente durchläuft,

$$(5.) \qquad hf_{\varkappa\lambda\mu} = \sum_\varrho h_\varrho \chi_\varrho^{(\varkappa)}\chi_\varrho^{(\lambda)}\chi_\varrho^{(\mu)}.$$

Mithin bleibt $f_{\varkappa\lambda\mu}$ bei allen Vertauschungen der Indices ungeändert, und da R^{-1} zugleich mit R die h Elemente von $\mathfrak{H}$ durchläuft, so ist

$$(6.) \qquad f_{\varkappa'\lambda'\mu'} = f_{\varkappa\lambda\mu}.$$

Dass die rechte Seite der Gleichung (4.) eine ganze Zahl ist, kann man leicht direct erkennen. Denn diese Summe ist eine ganze ganzzahlige Function einer primitiven h^{ten} Einheitswurzel ϑ, und sie bleibt ungeändert, wenn man ϑ durch irgend eine conjugirte Grösse ϑ^n er-

setzt, wo n zu h theilerfremd ist. Denn um die Substitution von ϑ durch ϑ^n auszuführen, braucht man nur in jedem Gliede der Summe R durch R^n zu ersetzen (*Primfactoren*, § 12). Dabei bleibt die Summe ungeändert, weil R^n zugleich mit R die h Elemente von $\mathfrak{H}$ durchläuft. Auf diesem Wege erkennt man aber nicht, dass jene ganze Zahl positiv, und auch nicht, dass sie durch h theilbar ist.

Da $\chi^{(\varkappa)}(E) = f_\varkappa = f'_\varkappa$ der Grad von $\Phi_\varkappa$ ist, so folgt aus (2.)

$$f_\varkappa f_\lambda = \sum_\mu f_{\varkappa\lambda\mu} f_\mu. \tag{7.}$$

Mithin ist

$$f_{\varkappa\lambda\mu} \leqq \frac{f_\varkappa f_\lambda}{f_\mu}, \tag{8.}$$

wo man für f_μ die grösste der drei Zahlen $f_\varkappa, f_\lambda, f_\mu$ nehmen kann, und $f_{\varkappa\lambda\mu} \leqq f_\varkappa$.

Setzt man

$$\sum_\varrho f_{\varkappa\lambda\varrho'} f_{\varrho\mu\nu} = f_{\varkappa\lambda\mu\nu}, \tag{9.}$$

so ist

$$h^2 f_{\varkappa\lambda\mu\nu} = \sum_{R,S} \chi^{(\varkappa)}(R)\chi^{(\lambda)}(R)\chi^{(\mu)}(S)\chi^{(\nu)}(S)\Big(\sum_\varrho \chi^{(\varrho')}(R)\chi^{(\varrho)}(S)\Big).$$

Nun ist aber

$$\sum_\varrho \chi^{(\varrho')}(R)\chi^{(\varrho)}(S) = 0,$$

ausser wenn S mit R conjugirt ist, dann aber gleich $\frac{h}{h_R}$. Ist R gegeben, so tritt der letzte Fall für h_R verschiedene Werthe von S ein, für die $\chi(S) = \chi(R)$ ist. Folglich ist

$$h f_{\varkappa\lambda\mu\nu} = \sum_R \chi^{(\varkappa)}(R)\chi^{(\lambda)}(R)\chi^{(\mu)}(R)\chi^{(\nu)}(R). \tag{10.}$$

Auch diese Zahl bleibt demnach bei jeder Vertauschung der Indices ungeändert, was aus der Formel (9.) nicht ersichtlich ist. In ähnlicher Art ist das Zeichen $f_{\varkappa\lambda\mu\ldots}$ für beliebig viele Indices zu erklären, aber nicht für nur einen Index, wo $f_\varkappa$ den Grad von $\Phi_\varkappa$ bedeutet. Wie schon oben bemerkt, ist $f_{\varkappa\varkappa'} = 1$ und $f_{\varkappa\lambda} = 0$, falls $\chi_\varkappa$ und χ_λ nicht inverse Charaktere sind. Ferner ist $f_{\varkappa\lambda 0} = f_{\varkappa\lambda}$, $f_{\varkappa\lambda\mu 0} = f_{\varkappa\lambda\mu}$.

Ist $\chi_\varkappa$ ein Charakter ersten Grades, also $f_\varkappa = 1$, so ist $f_{\varkappa\lambda\mu}$ nach (8.) nicht grösser als $\frac{f_\lambda}{f_\mu}$ oder $\frac{f_\mu}{f_\lambda}$, also gleich Null. Nur wenn $f_\lambda = f_\mu$ ist, kann $f_{\varkappa\lambda\mu} = 1$ sein. Nach (7.) ist $f_\lambda = \sum_\mu f_{\varkappa\lambda\mu} f_\mu$, und folglich muss der letzte Fall bei gegebenem λ für einen aber auch nur einen Werth von μ eintreten. Ist also $f_\varkappa = 1$, so ist für jeden Werth von λ von den k Zahlen $f_{\varkappa\lambda\mu}$ die eine gleich 1, die anderen $k-1$ sind Null; und ist $f_{\varkappa\lambda\mu} = 1$, so ist $f_\lambda = f_\mu$. Das Product aus einem Charakter f^{ten} Grades $\chi^{(\lambda)}(R)$ und einem Charakter ersten Grades $\chi^{(\varkappa)}(R)$ ist also ein Charakter f^{ten} Grades $\chi^{(\mu)}(R) = \chi^{(\varkappa)}(R)\chi^{(\lambda)}(R)$, wie ich auf einem anderen Wege

schon, *Primfactoren*, § 3, gezeigt habe. Die Formel (2.) ist als eine Verallgemeinerung dieses Satzes anzusehen.

Mit Hülfe der Formel

$$(11.)\qquad \sum_{\varkappa} \chi^{(\varkappa')}(R)\chi^{(\varkappa)}(R) = \frac{h}{h_R}$$

ergiebt sich leicht

$$(12.)\quad \sum_{\lambda} f_{\varkappa\lambda\lambda'} = \sum_{\varrho} \chi_{\varrho}^{(\varkappa)}, \qquad \sum_{\mu} f_{\varkappa\lambda\mu\mu'} = \sum_{\varrho} \chi_{\varrho}^{(\varkappa)}\chi_{\varrho}^{(\lambda)}, \qquad \sum_{\nu} f_{\varkappa\lambda\mu\nu\nu'} = \sum_{\varrho} \chi_{\varrho}^{(\varkappa)}\chi_{\varrho}^{(\lambda)}\chi_{\varrho}^{(\mu)}.$$

Daher ist

$$\sum_{\lambda,\mu} f_{\lambda\lambda'\mu\mu'} = \sum_{\varrho}\Big(\sum_{\lambda} \chi_{\varrho}^{(\lambda')}\chi_{\varrho}^{(\lambda)}\Big) = \sum_{\varrho} \frac{h}{h_{\varrho}}$$

und mithin nach (9.) und (6.)

$$(13.)\qquad \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} f_{\varkappa\lambda\mu}^{2} = \sum_{\varrho} \frac{h}{h_{\varrho}}.$$

Demnach haben die Zahlen $f_{\varkappa\lambda\mu}$ verhältnissmässig kleine Werthe.

Dass die Summen (12.) rationale ganze Zahlen sind, kann man in derselben Weise, wie es oben für die Summe (5.) gezeigt ist, direct einsehen. Wie die Formeln (12.) ergeben, sind diese Zahlen positiv, und sie lassen sich durch die Zahlen $f_{\varkappa\lambda\mu}$ ausdrücken.

Die hier eingeführten Zahlen $f_{\varkappa\lambda\mu}$ haben mit den früher benutzten Zahlen $h_{\alpha\beta\gamma}$ manche Eigenschaften gemeinsam. Z. B. ist die Determinante k^{ten} Grades

$$(14.)\qquad \Big|\Big(\sum_{\mu} f_{\varkappa\lambda'\mu}x_{\mu}\Big) - f_{\varkappa\lambda'}u\Big| = \prod_{\lambda}\Big(\Big(\sum_{\varkappa} \chi_{\lambda}^{(\varkappa)}x_{\varkappa}\Big) - u\Big) \qquad (\varkappa, \lambda = 0, 1, \cdots k-1).$$

Ihre Indices $\varkappa$, λ, μ beziehen sich auf die k Primfactoren der Gruppendeterminante, während sich die Indices α, β, γ auf die k Classen conjugirter Elemente beziehen, worin die h Elemente von $\mathfrak{H}$ zerfallen. Auch die hier entwickelten Formeln lassen sich dadurch verallgemeinern, dass man, wie in meiner letzten Arbeit, zu den Charakteren von $\mathfrak{H}$ die Charaktere einer Untergruppe hinzunimmt.

§ 2.

Aus zwei linearen Substitutionen (a) und (a') von f und f' Variabelen haben wir eine lineare Substitution (A) von ff' Variabelen gebildet. Die Wurzeln ihrer charakteristischen Gleichung sind die ff' Producte, die man erhält, indem man jede der f Wurzeln der charakteristischen Gleichung von (a) mit jeder der f' Wurzeln der charakteristischen Gleichung von (a') multiplicirt. Dies folgt leicht aus der Bemerkung, dass, wenn $(c)^{-1}(a)(c) = (b)$ und $(c')^{-1}(a')(c') = (b')$ ist, auch $(C)^{-1}(A)(C) = (B)$ sein muss.

Bilden die Matrizen $(a), (b), (c) \cdots$ die primitive Darstellung von $\mathfrak{H}$ die der Primfunction $\Phi(x)$ entspricht, so erhält man die charakteristische Function von (a), indem man in $\Phi(x+\varepsilon u)$ $x_A = -1$, die anderen Variabelen $x_R = 0$ setzt. Ist sie gleich

$$F_A(u) = (u-\alpha_1)(u-\alpha_2)\cdots(u-\alpha_f),$$

so sind $\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_f$ m^{te} Wurzeln der Einheit, wenn m die Ordnung des Elementes A ist (*Primfactoren*, § 12). Ihre Summe ist

$$\chi(A) = \alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_f. \tag{1.}$$

Ist $\Phi = \Phi_\varkappa$, so möge $F_A(u)$ mit $F_A^{(\varkappa)}(u)$ bezeichnet werden oder mit $F_\alpha^{(\varkappa)}(u)$, wenn A zur α^{ten} Classe gehört. Aus der Formel (2.) § 1 ergiebt sich dann in Verbindung mit der Gleichung (1.) der Satz:

Die Wurzeln der Gleichung

$$\prod_\mu \left(F_\alpha^{(\mu)}(u)\right)^{f_{\varkappa\lambda\mu'}} \tag{2.}$$

vom Grade $f_\varkappa f_\lambda$ werden erhalten, indem man jede der $f_\varkappa$ Wurzeln der Gleichung $F_\alpha^{(\varkappa)}(u) = 0$ mit jeder der f_λ Wurzeln der Gleichung $F_\alpha^{(\lambda)}(u) = 0$ multiplicirt.

Entwickelt man die logarithmische Ableitung des Ausdrucks (2.) nach absteigenden Potenzen von u, so ist der Coefficient von u^{-n-1}

$$\sum_\mu f_{\varkappa\lambda\mu'}\chi^{(\mu)}(A^n) = \chi^{(\varkappa)}(A^n)\,\chi^{(\lambda)}(A^n).$$

Daraus ist ersichtlich, dass die in jenem Satze ausgesprochene Beziehung um nichts allgemeiner ist als die Formel (2.), § 1.

In der Function

$$(-1)^f F_\alpha^{(\varkappa)}(-u) = (u+\alpha_1)(u+\alpha_2)\cdots(u+\alpha_f) \tag{3.}$$

ist der Coefficient von u^{f-1} gleich $\chi_\alpha^{(\varkappa)}$. Das constante Glied ist ein Charakter ersten Grades (*Primfactoren*, § 12). Allgemeiner ist der Coefficient von u^{f-n}, für den ich die *Primfactoren*, § 4 (8.) eingeführte Bezeichnung wähle, gleich einem Ausdruck von der Form

$$\mathfrak{S}_n(A) = \frac{1}{n!}\chi(A, A, \cdots A) = \sum_\lambda s_{\varkappa\lambda}\chi^{(\lambda)}(A), \tag{4.}$$

wo die Grössen $s_{\varkappa\lambda}$ positive ganze Zahlen sind, die von α unabhängig sind.

Um dies zu beweisen, bilde man aus der Substitution (a) n verschiedene Substitutionen

$$u_\alpha^{(\nu)} = \sum_\beta a_{\alpha\beta}\, v_\beta^{(\nu)} \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \cdots f), \tag{5.}$$

wo

$$u_1^{(\nu)}, u_2^{(\nu)}, \cdots u_f^{(\nu)} \qquad (\nu = 1, 2, \cdots n)$$

nf unabhängige Variabele sind. Die $\binom{f}{n} = g$ Determinanten n^{ten} Grades, die sich aus ihnen bilden lassen, bezeichne man in irgend einer Reihenfolge mit $U_1, U_2, \cdots U_g$, die aus den Variabelen

$$v_1^{(\nu)}, v_2^{(\nu)}, \cdots v_f^{(\nu)} \qquad (\nu = 1, 2, \cdots n)$$

analog gebildeten Determinanten mit $V_1, V_2, \cdots V_g$. Nach den Gleichungen (5.) sind dann $U_1, U_2, \cdots U_g$ lineare Functionen von $V_1, V_2, \cdots V_g$, deren Coefficienten die g^2 Unterdeterminanten n^{ten} Grades der Matrix $a_{\alpha\beta}$ sind. Die so erhaltene lineare Substitution möge jetzt mit (A) bezeichnet werden. Die Wurzeln ihrer charakteristischen Gleichung sind die Producte von je n der Wurzeln $\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_f$, ihre Spur ist die Summe der Hauptunterdeterminanten n^{ten} Grades der Matrix (a), also gleich dem Ausdruck $\vartheta_n(A)$. Entsprechen in derselben Weise den Matrizen f^{ten} Grades (b), (c), $\cdots$ die Matrizen g^{ten} Grades (B), (C), $\cdots$, so ist, falls $(c) = (a)(b)$ ist, auch $(C) = (A)(B)$. Folglich ist $(A)x_A + (B)x_B + (C)x_C + \cdots$ eine zu $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix. Diese ist auch von MOLIEN, *Ueber die Invarianten der linearen Substitutionsgruppen*, § 5 (Sitzungsberichte 1897) betrachtet worden. Ihre Determinante ist ein Ausdruck von der Form $\prod_\lambda \Phi_\lambda^{s_{\kappa\lambda}}$, woraus sich die Relation (4.) ergiebt. Ferner sind die Wurzeln der Gleichung

$$\prod_\lambda \left(F_\alpha^{(\lambda)}(u)\right)^{s_{\kappa\lambda}} = 0$$

vom Grade $\binom{f_\kappa}{n}$ die Producte von je n der f_κ Wurzeln $\alpha_1, \alpha_2, \cdots$ der Gleichung $F_\alpha^{(\kappa)}(u) = 0$.

Die Ausdrücke (4.) haben die Form

$$(6.)\quad 2\vartheta_2(R) = \chi(R)^2 - \chi(R^2),\quad 6\vartheta_3(R) = \chi(R)^3 - 3\chi(R)\chi(R^2) + 2\chi(R^3),$$

allgemein

$$(7.)\qquad \vartheta_n(R) = \Sigma(-1)^{\beta+\delta+\cdots} \frac{\chi(R)^\alpha}{1^\alpha \alpha!} \frac{\chi(R^2)^\beta}{2^\beta \beta!} \frac{\chi(R^3)^\gamma}{3^\gamma \gamma!} \frac{\chi(R^4)^\delta}{4^\delta \delta!} \cdots,$$

wo die Summe über alle positiven Lösungen der Gleichung

$$(8.)\qquad \alpha + 2\beta + 3\gamma + 4\delta + \cdots = n$$

zu erstrecken ist.

Wie MOLIEN a. a. O. § 2 gezeigt hat, gilt eine der Formel (4.) analoge Formel für den Coefficienten $\zeta_n(R)$ von u^{-f-n} in der Entwickelung der Function $\frac{1}{F_\alpha^{(\kappa)}(u)}$. Dieser ist gleich der Summe

$$(9.)\qquad \zeta_n(R) = \Sigma \frac{\chi(R)^\alpha}{1^\alpha \alpha!} \frac{\chi(R^2)^\beta}{2^\beta \beta!} \frac{\chi(R^3)^\gamma}{3^\gamma \gamma!} \frac{\chi(R^4)^\delta}{4^\delta \delta!} \cdots,$$

erstreckt über die positiven Lösungen der Gleichung (8.).

§ 3.

Zum Schluss theile ich noch einige Beispiele von Gruppen mit, deren Charaktere ich mit Hülfe der Methoden berechnet habe, die ich hier und in meiner letzten Arbeit entwickelt habe.

Die Elemente der symmetrischen Gruppe des Grades $n = 6$ sind die 720 Permutationen von 6 Symbolen a, b, c, d, e, f, die der alternirenden Gruppe die 360 geraden Permutationen. In der ersten Spalte der beifolgenden Tabelle ist jede Classe conjugirter Elemente durch eine in ihre Cyklen zerlegte Permutation repraesentirt. Durch Composition mit dem Charakter ersten Grades $\chi^{(1)}$ entstehen aus den Charakteren $\chi^{(2)}$, $\chi^{(4)}$, $\chi^{(6)}$, $\chi^{(8)}$ die Charaktere $\chi^{(3)}$, $\chi^{(5)}$, $\chi^{(7)}$, $\chi^{(9)}$, während $\chi^{(10)}$ ungeändert bleibt. Besonders bemerkenswerth ist der Charakter $\chi = \chi^{(2)}$. Wenn λ Symbole von der Permutation R nicht versetzt werden (wenn R λ Cyklen ersten Grades enthält), so ist $\chi(R) = \lambda - 1$.

Nach den Entwicklungen meiner letzten Arbeit (§ 5) kann man die Regel, nach der χ_ϱ zu berechnen ist, auch so ausdrücken: Die Permutationen von $\mathfrak{H}$, die ein bestimmtes Symbol ungeändert lassen, bilden eine Gruppe $\mathfrak{G}$ des Grades $g = \frac{h}{n}$. Enthält die ρ^{te} Classe h_ϱ Elemente, und sind davon g_ϱ in $\mathfrak{G}$ enthalten, so ist

$$\chi_\varrho = \frac{hg_\varrho}{gh_\varrho} - 1. \tag{1.}$$

Aus derselben Formel findet man den Charakter $\chi^{(6)}$, indem man für $\mathfrak{G}$ die in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung $g = 72$ nimmt. Diese imprimitive Gruppe erhält man, indem man die $n = 6$ Symbole in $s = 2$ Systeme von je $r = 3$ Symbolen theilt, abc, def, und dann die s Systeme und die r Symbole jedes Systems auf alle möglichen Arten permutirt. Die Ordnung dieser Gruppe ist $g = (r!)^s s! = (3!)^2 2! = 72$.

Endlich kann man mittelst der Formel (1.) auch den Charakter $\chi^{(4)}$ berechnen, indem man für $\mathfrak{G}$ die dreifach transitive Gruppe der Ordnung 120 nimmt, die der symmetrischen Gruppe des Grades 5 isomorph ist. Statt dessen kann man $\chi^{(4)}$ aus $\chi^{(2)}$ durch den bekannten Isomorphismus von $\mathfrak{H}$ in sich ableiten, wodurch sich die Classen 1 und 7, 4 und 10, 5 und 9 unter einander vertauschen, während die übrigen ungeändert bleiben. Durch diesen Isomorphismus geht auch $\chi^{(8)}$ in $\chi^{(9)} = \chi^{(8)}\chi^{(1)}$ über.

§ 4.

Die *binären* Gruppen des Tetraeders, Oktaeders und Ikosaeders haben die Ordnungen $h = 24$, 48 und 120. Die Classen sind meist schon durch die Ordnungen ihrer Elemente bestimmt, die sich in der

Symmetrische Gruppe des Grades 6.

$h = 720.$

		$\chi^{(0)}$	$\chi^{(1)}$	$\chi^{(2)}$	$\chi^{(3)}$	$\chi^{(4)}$	$\chi^{(5)}$	$\chi^{(6)}$	$\chi^{(7)}$	$\chi^{(8)}$	$\chi^{(9)}$	$\chi^{(10)}$	h_α
(1)	χ_0	1	1	5	5	5	5	9	9	10	10	16	1
(ab)	χ_1	1	−1	3	−3	−1	1	3	−3	2	−2	0	15
$(ab)(cd)$	χ_2	1	1	1	1	1	1	1	1	−2	−2	0	45
$(abcd)$	χ_3	1	−1	1	−1	1	−1	−1	1	0	0	0	90
(abc)	χ_4	1	1	2	2	−1	−1	0	0	1	1	−2	40
$(abc)(de)$	χ_5	1	−1	0	0	−1	1	0	0	−1	1	0	120
$(abcde)$	χ_6	1	1	0	0	0	0	−1	−1	0	0	1	144
$(ab)(cd)(ef)$	χ_7	1	−1	−1	1	3	−3	3	−3	−2	2	0	15
$(abcd)(ef)$	χ_8	1	1	−1	−1	−1	−1	1	1	0	0	0	90
$(abcdef)$	χ_9	1	−1	−1	1	0	0	0	0	1	−1	0	120
$(abc)(def)$	χ_{10}	1	1	−1	−1	2	2	0	0	1	1	−2	40

Alternirende Gruppe des Grades 6.

$h = 360.$

		$\chi^{(0)}$	$\chi^{(2)}$	$\chi^{(4)}$	$\chi^{(6)}$	$\chi^{(8)}$	$\chi^{(10)}$	$\chi^{(\overline{10})}$	h_α
(1)	χ_0	1	5	5	9	10	8	8	1
$(ab)(cd)$	χ_2	1	1	1	1	−2	0	0	45
(abc)	χ_4	1	2	−1	0	1	−1	−1	40
$(abcde)$	χ_6	1	0	0	−1	0	$\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$	72
$(acebd)$	$\chi_{\bar{6}}$	1	0	0	−1	0	$\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$	72
$(abcd)(ef)$	χ_8	1	−1	−1	1	0	0	0	90
$(abc)(def)$	χ_{10}	1	−1	2	0	1	−1	−1	40

ersten Spalte jeder Tabelle finden. Nur wo die Ordnung zur Definition der Classe nicht ausreicht, findet sich in jener Spalte ein Element der Classe, und zwar bedeutet in der Gruppe des Tetraeders (Oktaeders, Ikosaeders) das Zeichen R (S, T) ein beliebiges Element der Ordnung 6 (8, 10). Die Classe (4) der Oktaedergruppe enthält jedes Element der Ordnung 4, das sich nicht als Quadrat eines Elementes der Ordnung 8 darstellen lässt; die übrigen Elemente der Ordnung 4 bilden die durch das Zeichen S^2 charakterisirte Classe (5).

Jede der drei Gruppen enthält eine invariante Untergruppe $\mathfrak{F} = E + F$ der Ordnung 2. Das Element F der Ordnung 2 ist mit jedem Elemente der Gruppe vertauschbar und bildet für sich allein die Classe (1). Die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{F}}$ ist die Gruppe der Ordnung 12 (24, 60), deren Charaktere ich *Gruppencharaktere*, § 8 berechnet habe. Aus diesen Tabellen kann man unmittelbar die Werthe der Charaktere entnehmen, wofür $\chi_0 = \chi_1$ ist, und die zur Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{F}}$ gehören. Für diese Charaktere ist allgemein $\chi(RF) = \chi(R)$, für alle anderen aber $\chi(RF) = -\chi(R)$.

Die interessanteste Eigenschaft dieser Gruppen besteht darin, dass sie eigentliche Charaktere zweiten Grades besitzen. (In der Tabelle für die Oktaedergruppe, *Gruppencharaktere*, § 8, gehört der Charakter $\chi^{(8)}$ des Grades $f = 2$ zur Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$, wo $\mathfrak{G}$ die invariante Untergruppe der Ordnung 4 von $\mathfrak{H}$ ist). Ihre Werthe ergeben sich sofort aus den bekannten Darstellungen dieser Gruppen durch binäre lineare Substitutionen mit Hülfe der Formel *Darstellung*, § 4 (5). Für die Oktaedergruppe giebt es genau zwei nicht aequivalente Darstellungen dieser Art, die sich aber nur durch das Vorzeichen von $\sqrt{2}$ unterscheiden (denn der Charakter $\chi^{(4)}$ gehört zur Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{F}}$).

Dasselbe gilt von der Ikosaedergruppe. Für die Tetraedergruppe aber giebt es drei nicht aequivalente Darstellungen. Ihre Charaktere $\chi^{(4)}$, $\chi^{(5)}$ und $\chi^{(6)}$ ergeben sich aus einem von ihnen durch Composition mit den drei Charakteren ersten Grades. Auf diese Weise findet man die Charaktere dieser drei Gruppen alle ohne Benutzung der Zahlen $h_{\alpha\beta\gamma}$. Denn die noch fehlenden Charaktere $\chi^{(7)}$ der Oktaedergruppe und $\chi^{(7)}$ und $\chi^{(8)}$ der Ikosaedergruppe ergeben sich aus den zwischen den Charakteren bestehenden quadratischen Relationen.

Tetraeder.

$h = 24.$

		$\chi^{(0)}$	$\chi^{(1)}$	$\chi^{(2)}$	$\chi^{(3)}$	$\chi^{(4)}$	$\chi^{(5)}$	$\chi^{(6)}$	h_α
1	χ_0	1	1	1	3	2	2	2	1
2	χ_1	1	1	1	3	−2	−2	−2	1
4	χ_2	1	1	1	−1	0	0	0	6
R^2	χ_3	1	ρ	ρ^2	0	−1	$-\rho$	$-\rho^2$	4
R^4	χ_4	1	ρ^2	ρ	0	−1	$-\rho^2$	$-\rho$	4
R^5	χ_5	1	ρ	ρ^2	0	1	ρ	ρ^2	4
R	χ_6	1	ρ^2	ρ	0	1	ρ^2	ρ	4

Oktaeder.

$h = 48.$

		$\chi^{(0)}$	$\chi^{(1)}$	$\chi^{(2)}$	$\chi^{(3)}$	$\chi^{(4)}$	$\chi^{(5)}$	$\chi^{(6)}$	$\chi^{(7)}$	h_α
1	χ_0	1	1	3	3	2	2	2	4	1
2	χ_1	1	1	3	3	2	−2	−2	−4	1
3	χ_2	1	1	0	0	−1	−1	−1	1	8
6	χ_3	1	1	0	0	−1	1	1	−1	8
4	χ_4	1	−1	1	−1	0	0	0	0	12
S^2	χ_5	1	1	−1	−1	2	0	0	0	6
S^3	χ_6	1	−1	−1	1	0	$\sqrt{2}$	$-\sqrt{2}$	0	6
S	χ_7	1	−1	−1	1	0	$-\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	0	6

Ikosaeder.

$h = 120.$

		$\chi^{(0)}$	$\chi^{(1)}$	$\chi^{(2)}$	$\chi^{(3)}$	$\chi^{(4)}$	$\chi^{(5)}$	$\chi^{(6)}$	$\chi^{(7)}$	$\chi^{(8)}$	h_α
1	χ_0	1	5	4	3	3	2	2	4	6	1
2	χ_1	1	5	4	3	3	−2	−2	−4	−6	1
4	χ_2	1	1	0	−1	−1	0	0	0	0	30
3	χ_3	1	−1	1	0	0	−1	−1	1	0	20
6	χ_4	1	−1	1	0	0	1	1	−1	0	20
T^4	χ_5	1	0	−1	$\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(-1+\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(-1-\sqrt{5})$	−1	1	12
T^2	χ_6	1	0	−1	$\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(-1-\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(-1+\sqrt{5})$	−1	1	12
T^3	χ_7	1	0	−1	$\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$	1	−1	12
T	χ_8	1	0	−1	$\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})$	$\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})$	1	−1	12

Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers.

XII. Das Magnesiumsulfatfünfviertelhydrat.

Von J. H. van't Hoff und H. M. Dawson.

In einer früheren Arbeit[1] wurde mitgetheilt, dass Magnesiumsulfat beim Einengen einer magnesiumchloridhaltigen Lösung, durch die wasserentziehende Wirkung des allmählich concentrirteren Chlormagnesiums. sich schon bei 25° statt als Heptahydrat als Hexa-, Penta- und schliesslich als Tetrahydrat ausscheidet. Es handelt sich jetzt um die Bedingungen, unter denen diese Anhydrisirung noch weiter geht und bis zum Monohydrat führt, das in den Salzlagern bekanntlich als Kieserit auftritt. Wir sind bei dieser Untersuchung auf ein neues zwischenliegendes Magnesiumsulfatfünfviertelhydrat gestossen, das wir also mit dessen Bildungsverhältnissen zunächst vorführen.

Wird eine magnesiumchloridhaltige Lösung von Magnesiumsulfat bei 25° eingeengt, so tritt, wie erwähnt, als letztes Product der Anhydrisirung Magnesiumsulfattetrahydrat auf, das sich auch in Berührung mit fest ausgeschiedenem oder zugesetztem Magnesiumchlorid längere Zeit ungeändert hält. Erst bei höherer Temperatur schreitet die Entwässerung bei Berührung mit Magnesiumchlorid spontan weiter. Das Differentialtensimeter lässt darauf schliessen, indem oberhalb 40° die Maximaltension des Tetrahydrats diejenige einer an Tetrahydrat und Magnesiumchlorid gesättigten Lösung zu übersteigen anfängt. Das Dilatometer bestätigte diese Schlussfolgerung, indem die Mischung der beiden letztgenannten Salze in einem solchen oberhalb 40° eine allmähliche Ausdehnung zeigte, welche auf irgend eine Verwandlung hinwies. Entsprechend diesen Beobachtungen entstand beim Einengen einer magnesiumchloridhaltigen Magnesiumsulfatlösung, bei etwa 65°, nach Auftreten des Tetrahydrats ein neues Product, das sich auf dessen Kosten bildete.

[1] Diese Sitzungsberichte 1898, S. 487.



Im Gegensatz zum Tetrahydrat, das sich leicht ungewöhnlich schön krystallinisch entwickelt, ist die Ausbildung des neuen Products eine recht unvollkommene; es liegt eine zu blumenkohlförmigen Gebilden verwachsene weisse Masse vor, die sich unter dem Mikroskop als aus feinen Nadeln gebildet herausstellt. Von der Mutterlauge befreit, durch Absaugen und Waschen mit Alkohol, zeigt sie sich chlorfrei, mit einer dem Bihydrat entsprechenden Wassermenge:

Gefunden 22.8 Procent; berechnet für $SO_4Mg \cdot 2H_2O$: 23 Procent.

Über die Existenz dieses Bihydrats lagen schon Andeutungen seitens Millon, Hannay und Thomsen vor, die wir in einer früheren Abhandlung erwähnt haben.[1]

Das also erhaltene Bihydrat hat jedoch nur eine vorübergehende Existenz, gehört also zu den nicht stabilen Formen, von welchen wir bei unserer Untersuchung Abstand nehmen können. Bei 65° wird alsbald die schneeweisse Masse durch ein etwas durchsichtigeres, grobkörniges und besser krystallisirtes Product ersetzt, und eine zweite Form tritt auf, die sich leicht reinigen lässt. Die Vermuthung, dass hier Kieseritbildung eingetreten war, bestätigte sich nicht; die Ausbildung zeigt sich unter dem Mikroskop als eine ganz andere, das Salz geht bedeutend leichter in wässerige Lösung über, und auch die Analyse ergab, statt $MgSO_4 \cdot H_2O$ wie beim Kieserit[2], Zahlen, die sehr bestimmt auf $MgSO_4 \cdot \frac{5}{4}H_2O$ hinweisen. Diese etwas befremdende Zusammensetzung wurde bei wiederholter Darstellung wiedergefunden. Wir geben das diesbezügliche Resultat in der nachfolgenden Tabelle wieder:

Procent H_2O	Procent SO_4	dargestellt von:
15.6	67.1	van't Hoff
15.2	67.2	Estreicher-Rozbierski
16	67.3	Dawson

Die Formel $SO_4Mg \cdot \frac{5}{4}H_2O$ und $SO_4Mg \cdot H_2O$ verlangen bez.

Procent H_2O	Procent SO_4	
15.7	67.2	$SO_4Mg \cdot \frac{5}{4}H_2O$
13	69.4	$SO_4Mg \cdot H_2O$

Wir fügen hinzu, dass Millon[3] auf die Existenz eines Hydrats $MgSO_4 \cdot \frac{3}{2}H_2O$ schliesst, indem Erhitzen des Magnesiumsulfats bei 110° bis 115° schliesslich zu dieser Zusammensetzung führt, während erst bei 140°–180° Kieseritbildung erfolgt. Bei Wiederholung fanden wir aber,

[1] Diese Sitzungsberichte 1898, S. 487.

[2] Jahresberichte für Chemie und Physik 1860, 788; 1862, 756; 1871, 1180. Precht und Wittjen, Berl. Ber. 14, 2131.

[3] Ann. de chim. et de phys. (3) 13, 134.

dass auch gerade dieser Versuch auf das Fünfviertelhydrat hinweist. indem genau nach Überschreiten der diesem Hydrate entsprechenden Zusammensetzung die Geschwindigkeit des Wasserverlustes bei 115° auf etwa ein Zehntel sinkt, wie aus nachstehenden Daten erhellt:

Zusammensetzung:	1.772	1.504	1.297	1.222	1.194	1.182	H_2O
Verlust pro Stunde:		0.119	0.103	(0.037)	0.014	0.011	H_2O

Indem hiermit die Existenz eines Fünfviertelhydrats festgestellt ist, wurde nunmehr die Temperatur genauer ermittelt, bei der es sich aus dem Tetrahydrat bei Anwesenheit von Magnesiumchlorid bildet. Drei Dilatometer wurden angefüllt mit einer Mischung von $MgCl_2 . 6H_2O$ und bez.:

$MgSO_4$ 3.38 H_2O (durch Eintrocknen von $MgSO_4 . 7H_2O$ erhalten)
» 1.9 » (» » » » »)
$MgSO_4 . 4H_2O$ und $MgSO_4 . \frac{5}{4}H_2O$ eigens dargestellt und gemischt.

Das erste Dilatometer zeigte Erscheinungen, die dem obigen Befund beim Auskrystallisiren entsprachen. Zunächst trat eine Umwandlung ein, die bei 45° unter allmählicher Ausdehnung, bei 44° unter allmählicher Contraction vor sich ging. Dies war offenbar die gegenseitige Verwandlung von Tetra- und Bihydrat. Dann aber trat (nach fünf Tagen) bei 44° plötzlich eine Ausdehnung ein, das Fünfviertelhydrat war aufgetreten und die Umwandlungstemperatur, jetzt von Tetra- in Fünfviertelhydrat, lag nunmehr bedeutend tiefer. Diese tiefer liegende Umwandlungstemperatur wurde vom zweiten und speciell vom dritten Dilatometer sofort angezeigt. Sie liegt unterhalb 25°, was ein Tensimeterversuch bestätigte, wonach eine Mischung von $SO_4Mg . 4H_2O$ und $SO_4Mg . \frac{5}{4}H_2O$ bei 25° eine grössere Tension aufwies, als die gesättigte Lösung von Tetrahydrat und Magnesiumchlorid zeigte. Dilatometrisch liess die betreffende Temperatur sich als unweit 20° liegend feststellen. Das oben in dritter Linie angeführte Dilatometer, welches die schärfsten Anzeichen gab, zeigte:

bei 22° in 45 Stunden 5mm.9 Steigung
» 18° » 168 » 2mm.7 Senkung

In den bei 25° durchgeführten Bestimmungen spielt also auch das Fünfviertelhydrat eine kleine Rolle, bildet sich mit anderen Worten beim Krystallisiren ganz zuletzt nach dem Tetrahydrat aus, falls es in die Lösung hineingegeben wird oder das Einengen so langsam stattfindet, dass es sich spontan bildet. Die von uns früher untersuchte Lösung im Krystallisationsendpunkt, wo Sättigung von Tetrahydrat, Magnesiumchlorid, Carnallit und Chlornatrium vorliegt, ist also streng genommen an Fünfviertelhydrat übersättigt, so wenig je-

doch, dass es innerhalb der Versuchsfehler liegt, wie aus nachstehenden Bestimmungen erhellt:

Sättigung von $MgSO_4.4H_2O$, $MgCl_2.6H_2O$, Carnallit und ClNa
nach 40 Stunden $d_4^{25} = 1.3513$ 1.8 Procent SO_4
» 80 » » $= 1.3512$ 1.78 » »

Nach Beifügung von feingepulvertem Fünfviertelhydrat wird weiter geschüttelt:

nach 40 Stunden $d_4^{25} = 1.3512$
» 90 » » $= 1.3515$ 1.79 Procent SO_4;

also weder im specifischen Gewicht noch im Schwefelsäuregehalt ist eine merkbare Änderung eingetreten.

Ausgegeben am 13. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XVII und XVIII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1897 . . . . ℳ 24.—

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . ℳ 4.50
» Mathematische Abhandlungen . . . . » 3.50
» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 14.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

Weinhold: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . ℳ 2.50
Erman: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50
Köhler: Gedächtnissrede auf Ernst Curtius . . . . » 0.80
Harnack: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. Jablonski an den Präsidenten G. W. Leibniz (1700—1715) . . . . » 6.—
Weinhold: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—
Virchow: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—
Dümmler: Gedächtnissrede auf Wilhelm Wattenbach . . . . » 1.—
Engelmann: Gedächtnissrede auf Emil du Bois-Reymond . . . . » 1.—
Dames: Gedächtnissrede auf Ernst Beyrich . . . . » 1.—

Kopsch: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . ℳ 1.50
Fränkel: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—
Kayser: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . » 2.50
Brenner: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . » 3.—
Richarz und Krigar-Menzel: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—
Schumann: Die Verbreitung der *Cactaceae* im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . » 5.50

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 . . . . ℳ 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . ℳ 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung . . . . ℳ 1.–
FUCHS: zur Theorie der ABEL'schen Functionen 0.50
KOENIGSBERGER: über LAGRANGE'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung 0.50
FROBENIUS: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen . 0.50
HARNACK: über zwei von GRENFELL und HUNT entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente. . 0.50
LÜDELING: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen 0.50
JUDEICH: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien 1.–
WEBER: vedische Beiträge. VII. 1.–
HILLER VON GAERTRINGEN: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm . 0.50
VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX. 0.50
WILL: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter 0.50
LÜHE: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei 0.50
FRÄNKEL: eine Inschrift aus Argos 0.50
BEKKER: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte 1.–
KLEIN: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären 1.–
SCHELLWIEN: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken . 0.50
ROSENBUSCH: zur Deutung der Glaukophangesteine 0.50
VOGEL: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius . . 0.50
KOENIGSBERGER: Entwickelungsform algebraischer Functionen 0.50
HARTMANN: über die Scale des KIRCHHOFF'schen Sonnenspectrums 0.50
DÜMMLER: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen 1.–
ZIEBARTH: neue attische Grenzsteine 0.50
WENDLAND: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament 0.50
KLAATSCH: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus* 0.50
VAN'T HOFF und WILLIAMS: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X. 0.50
VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI. 0.50
KÖHLER: das asiatische Reich des Antigonos 1.–
DIELS: die Elegie des Poseidippos aus Theben 0.50
LOHMANN: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert 2.–

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction . . . . ℳ 0.50
VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung 0.50
SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard 0.50
LEISS: Index- und Strahlenflächen 0.50
SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria* . . . 0.50
SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren 0.50
ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen 0.50
BELCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien 0.50
LIPSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken 0.50
HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung . 0.50
HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die BLASS'sche Hypothese 1.–
FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen 0.50
SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden 0.50
LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren 1.–
LÜDELING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen 0.50
THILENIUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der *Hatteria punctata* . 0.50
WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre. 0.50
VAHLEN: Bemerkungen zum Ennius 0.50
KEKULE VON STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen . 0.50
VON BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre 0.50
JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf -ειω und der urgriechische Declinationsablaut der Nomina auf -εύς . 0.50
HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28 . . . . 0.50
FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe 0.50

SITZUNGSBERICHTE



DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XIX.

13. April 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeldlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1899.

XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

13. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Klein las: »Optische Studien« I.

Die überraschenden Erfolge, welche in der Mineralogie und Petrographie mit der Methode der Totalreflexion in neuester Zeit erzielt worden sind, hätten schon lange erhalten werden können, wenn die Instrumente einfach und praktisch gewesen wären. Nachdem nun diesem Übelstande bei den Totalreflectometern abgeholfen worden ist, lassen sich Aufgaben, die früher für sehr schwer behandelbar galten, in einfachster Weise lösen. Dieses wird an einer Reihe von Beispielen gezeigt, zu denen namentlich der Anorthit und die übrigen Plagioklase (letztere in Dünnschliffen zur Betrachtung kommend) gehören.

2. Hr. Dümmler überreichte den Jahresbericht über die Monumenta Germaniae historica.

3. Die Akademie hat ihrem Mitgliede Hrn. Harnack zur Fortführung der Arbeiten an der Geschichte der Akademie 1000 Mark bewilligt.

4. Die philosophisch-historische Classe hat bewilligt: Hrn. Dr. Wilhelm Kroll in Breslau zur Herausgabe der Commentarii in Platonis Rem publicam des Proclus 1000 Mark; Hrn. Dr. Max Reich in Berlin zur Sammlung und Verzeichnung handschriftlicher Erasmus-Briefe 1800 Mark; Hrn. Bibliothekar Dr. Georg Steinhausen in Jena zur Drucklegung des 2. (Schluss-) Bandes seines Werkes »Deutsche Privatbriefe des Mittelalters« 400 Mark.

Optische Studien I.

Von C. Klein.

Die überraschenden Erfolge, welche in der Mineralogie und Petrographie mit der Methode der Totalreflexion in neuester Zeit erzielt worden sind, hätten schon lange erhalten werden können, wenn die Instrumente einfach und praktisch gewesen wären. Es geht hier wie bei den Goniometern, mit denen in den sechsziger Jahren wohl der Physiker, aber nicht immer der Mineraloge arbeiten konnte. Nachdem nun diesem Übelstande auch bei den Totalreflectometern abgeholfen worden ist, lassen sich Aufgaben, die früher für sehr schwer behandelbar galten, in einfachster Weise lösen.[1]

1. Die optischen Constanten des Anorthits vom Vesuv.

Seit einer längeren Reihe von Jahren bin ich bemüht gewesen, von diesem interessanten Mineral zu optischen Untersuchungen geeignete Krystalle zu sammeln[2] und war auch bestrebt, taugliche Instrumente zu construiren oder mir zu verschaffen, mit denen jene Untersuchungen vorgenommen werden konnten.

Ich hoffe dadurch verschiedene unrichtige Angaben, die sich auch noch in einigen der neuesten Werke vorfinden, beseitigen und etliche Lücken in der optischen Erkenntniss unseres Minerals ausfüllen zu können.

Bezüglich der hauptsächlichsten Litteratur kann ich auf das vortreffliche Handbuch der Mineralogie von C. Hintze, Bd. I, 1897, S. 1437 bis 1443 und S. 1532–1551 verweisen. Hier findet sich das Wichtigste zusammengetragen; in diesem Werke nicht berührte Angaben werde ich besonders erwähnen.

Bemerkt sei vor dem Eingehen auf den Gegenstand selbst, dass die zur Verwendung gelangten Krystalle nach Winkelverhältnissen und specifischem Gewicht untersucht und als Anorthit erkannt wurden.

---

[1] Vergl. diese Sitz.-Ber. 1899 (Gesammtsitzung vom 23. März) S. 289.

[2] Bei diesen Bestrebungen haben mich die HH. D. Blatz und B. Stürtz, Mineralienhändler in Heidelberg und Bonn, freundlichst unterstützt, wofür ich ihnen hiermit besten Dank sage.

a. Die Orientirung der Hauptpolarisationsrichtungen in den Krystallen.

In der älteren Litteratur finden sich, in Anbetracht der Schwierigkeit des Gegenstandes, über diese Orientirung wenig zutreffende Angaben; so sagt A. DES CLOIZEAUX 1862[1]: »L'une des bissectrices, négative, est presque normale à h'« ($\infty P\bar{\infty}$.100); »l'autre, positive, fait un angle assez notable avec une normale à g'« ($\infty P\breve{\infty}$.010).

Nach ferneren Angaben von A. DES CLOIZEAUX 1875[2] bekam man einen Schliff, senkrecht zur ersten negativen Mittellinie, wenn man über dem spitzen Axenwinkel P/M eine Fläche mit ungefähr:

124° 53'	Neigung gegen	$0P(001)$
127 15	» »	$\infty P\breve{\infty}(010)$
96 50	» »	$\infty'P(1\bar{1}0)$

anlegte.

Die classischen Untersuchungen M. SCHUSTER's stellten 1881 fest[3], dass die zweite, positive Mittellinie senkrecht auf e = 2,P'$\breve{\infty}$(021) stehe und die Axenebene auf dieser Fläche mit der Kante e/P etwa 60° und zwar, beim richtig gestellten Krystall, von links oben hinten nach rechts unten vorn verlaufend, bilde.

Nach diesen beiden Untersuchungen ist es zweifellos, dass man den Anorthit, wenn man den Charakter seiner Doppelbrechung charakterisiren will, als »negativ um die erste Mittellinie« anzugeben hat; nichtsdestoweniger erscheint er bei G. TSCHERMAK, Mineralogie 1897 S. 480 ohne Nebenbemerkung als positiv, was natürlich für die von diesem Autor besonders hervorgehobene zweite Mittellinie richtig ist.

Mehr im Zweifel konnte man sein, ob die Winkelangaben M. SCHUSTER's, wonach die normal zur zweiten, positiven Mittellinie geschnittene Fläche, über der stumpfen Kante P/M gelegen:

135° 55'	mit	$0P(001)$	= P
138 13	»	$\infty P\breve{\infty}(010)$	= M
92 35	»	$\infty'P(\bar{1}10)$	= T

machen sollten, richtig seien, zumal da F. FOUQUÉ 1894[4] für dieselbe Lage folgende Werthe an Vesuvanorthiten bestimmt hatte:

[1] A. DES CLOIZEAUX, Manuel de Minéralogie 1862, I, p. 297.

[2] A. DES CLOIZEAUX, Comptes rendus 1875, T. LXXX, p. 6 Sep.; Annales de Chimie et de Physique 1875, 4, p. 11; Neues Jahrb. f. Mineralogie u. s. w. 1875 S. 283; C. HINTZE, a. a. O. S. 1534.

[3] MAX SCHUSTER, Über die opt. Orient. der Plagioklase. Min. u. petr. Mitth. von G. TSCHERMAK 1881, N. F., Bd. III, S. 215 u. f.; C. HINTZE, a. a. O. S. 1534.

[4] F. FOUQUÉ, Bulletin de la Soc. franç. de Minéralogie 1894, T. 17, p. 311/24; C. HINTZE 1897, a. a. O. S. 1534/35.

Neigung zu oP(001) $= 144° 25'$
» » ∞P$\breve{\infty}$(010) $= 129\ 3$
» » ∞'P(1$\bar{1}$0) $= 85\ 8$

Wie man sieht, weichen diese Werthe ziemlich stark von denen M. Schuster's ab, ebenso die gegen die Projection der Kante P/M angegebene Schiefe der Axenebene von 48°, gegen den M. Schuster'schen Werth von etwa 60°. Ewas näher kommen Fouqué's Bestimmungen für die Lage der Fläche, senkrecht zur ersten, negativen Mittellinie an die von Des Cloizeaux gegebenen heran. Fouqué fand:

Neigung zu oP(001) $= 126° 46'$
» » ∞P$\breve{\infty}$(010) $= 121\ 59$
» » ∞'P(1$\bar{1}$0) $= 98\ 25$

Bei diesem Stand der Dinge, namentlich bei den um die zweite Mittellinie erhaltenen Werthen, schien mir eine Neuuntersuchung erwünscht zu sein.

Ich war in der glücklichen Lage zwei Krystalle zu besitzen, die, was sonst selten vorkommt, wie auch M. Schuster erwähnt (a. a. O. S. 215), die Fläche e mittelgross und gross besassen.

Beide Krystalle wurden gemessen, namentlich e = 2,P'$\breve{\infty}$(021) mit Genauigkeit constatirt und dann von einem jeden eine Platte parallel e abgeschnitten. Der Rest der Krystalle blieb in dem einen Fall erhalten, um das Stück parallel e wieder daran zu passen, der Rest des zweiten Krystalls wurde zu einer Platte parallel e verschliffen.

Das erste und das zweite abgeschnittene Stück ergaben in Thoulet'scher Lösung vom mittleren Brechungsexponenten des Anorthits die Schiefe der Axenebene zur Projection der $\breve{a}$-Axe im Natriumlicht zu:

60° 30' und 61°.

Die Platte zeigte in Luft ebenfalls 60° 30'.

Es finden also die Angaben M. Schuster's ihre volle Bestätigung. Beide Stücke und die Platte parallel e waren überdies senkrecht zur zweiten, positiven Mittellinie; das, was M. Schuster aussagte, ist also auch hierdurch bestätigt.

Nach den Rechnungen des Hrn. von Kokscharow[1] hat man:

e:P = 2,P'$\breve{\infty}$·021 : oP·001 $= 137° 21' 35''$
e:M = 2,P'$\breve{\infty}$·021 : ∞P$\breve{\infty}$·010 $= 136° 48' 25''$
e:T' = 2,P'$\breve{\infty}$·021 : ∞'P·$\bar{1}$10 $= 94° 7' 42''$

Diese Werthe stimmen am grösseren Krystallabschnitt in den Minuten vollkommen und stehen den von Max Schuster angegebenen Werthen recht nahe. — Dagegen weichen sie von Fouqué's Angaben nicht

[1] Materialien zur Mineralogie Russlands 1862, Bd. IV, S. 223.

unbeträchtlich ab. Nach diesem Autor soll die zweite, positive Mittellinie annähernd senkrecht auf $i^{\frac{1}{2}}$ = (011) stehen[1] (p. 315).

Nach meinem Dafürhalten sind aber Fouqué's Werthe überhaupt nicht möglich, wie sich aus einer zweiten Betrachtung ergibt.

Wenn man in dem Werke von A. Michel Lévy und Alf. Lacroix, Les Minéraux des Roches 1888 p. 37 die Feldspathcurven, insonderheit die des Anorthits, sich genau ansieht, so ergeben sich für die im spitzen (und über dem stumpfen) Winkel P/M liegenden Domen m ,P'$\breve{\infty}$ = okl bei einer Neigung von etwa 43° gegen M die grössten Auslöschungsschiefen von über 60°. Ein Werth von 48° Auslöschungsschiefe, wie ihn Fouqué bei einer Neigung der Fläche gegen M von 51° angibt, wird nur in Lagen erreicht, die nicht in Betracht kommen können (Neigung der Fläche 70–80° gegen M). Die Fouqué'schen Daten passen also nicht vollkommen für den Anorthit.

Man könnte nun freilich einwenden, die Daten von Michel Lévy und Lacroix seien nur berechnete, auf gewisse Grundannahmen gestützte und mit der Zuverlässigkeit dieser stehend oder fallend.

Um diesem Einwand zu begegnen, habe ich die Curve der Auslöschung des Anorthits in der Zone M, P, M' an einem ganzen Krystall in einem Medium von gleicher mittlerer Brechbarkeit (Thoulet'scher Lösung) in dem von mir seiner Zeit angegebenen Universaldrehapparat[2] unter Anwendung von Natriumlicht bestimmt. (Über Bestimmungen des Axenwinkels und der Lage der Axenebene nach derselben Methode vergl. diese Sitzungsberichte 1895 S. 102 und 105.)

Die unten folgende Tabelle zeigt die Schiefen bei einer Umdrehung von M zu M' und zwar für je 10° Drehung des Krystalls an. Sie und die graphische Darstellung lassen eine fast vollkommen genaue Übereinstimmung mit den Angaben Michel Lévy's[3] erkennen. Die Hauptabweichungen finden im Intervall von 30–60° statt.

---

[1] Diese Symbole sind nicht vereinbar; es soll wohl (021) heissen; hierzu passen aber die angegebenen Winkel nicht sehr gut.

[2] C. Klein, diese Sitzungsberichte 1895 S. 91 u. f.

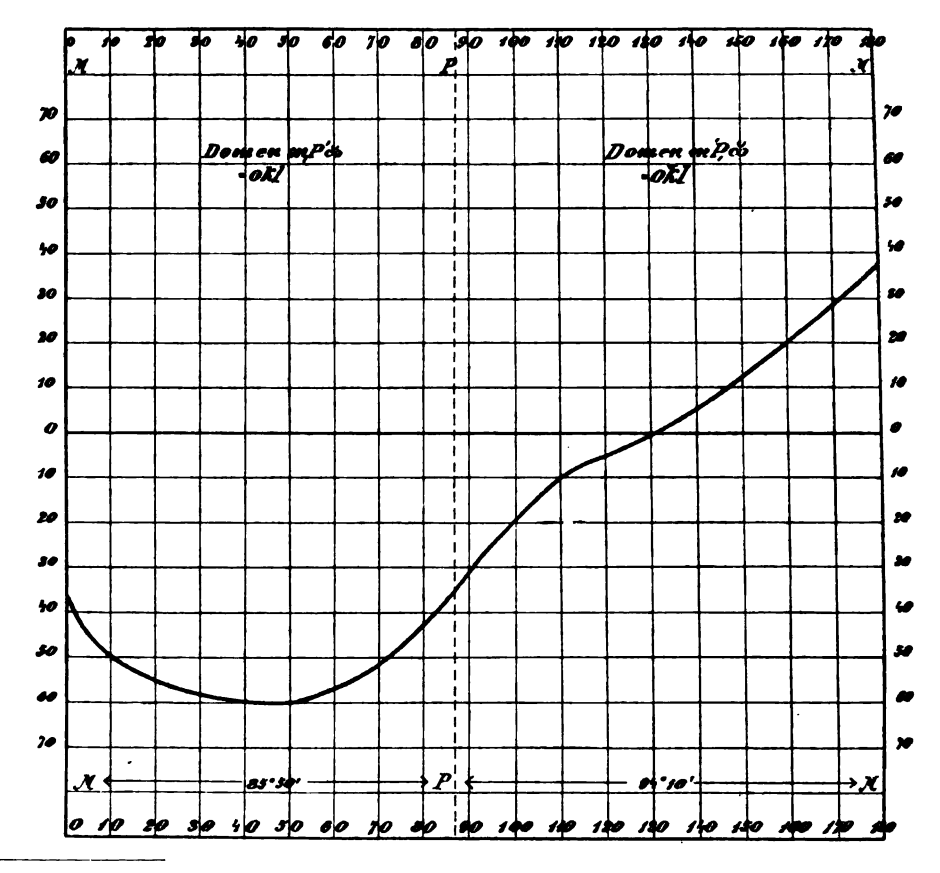
[3] Vergl. ausserdem dessen neuere Arbeiten Étude sur la détermination des Feldspaths, Paris 1894, und 2me fascicule, Paris 1896.

Mit Rücksicht auf diese und ähnliche andere Untersuchungen sind ferner heranzuziehen die wichtigen Arbeiten von E. von Fedorow, Zeitschrift für Kryst. und Mineralogie Bd. XX, 1892, S. 363, Bd. XXII, 1893, S. 229 u. f., Bd. XXIV, 1894, S. 130 u. f., Bd. XXIV, 1895, S. 602 u. f., Bd. XXV, 1895, S. 94 u. f., S. 349, u. f., Bd. XXVI, 1896, S. 225 u. f., besonders S. 260 u. 261, Bd. XXVII, 1896, S. 337 u. f., Bd. XXIX, 1898, S. 604 u. f. In der Arbeit vom Jahre 1893 S. 267 findet sich auch eine ziemlich gut mit der Michel Lévy'schen und unserer stimmenden Anorthitcurve. von Fedorow's Curve sinkt von 30—60° nicht so tief wie diese, während ebendieselbe über der von Michel Lévy sich hält.

Endlich sind die Untersuchungen von C. Viola, Über Feldspathbestimmung, Zeitschrift für Kryst. und Mineralogie 1898, Bd. XXX, S. 23 u. f., sowie Über Bestim-



Winkel mit M	Auslöschungen zur Kante P/M	
	Michel Lévy berechnet	Klein gemessen
0°	37°	37°
10	49	50
20	55	55
30	60	57½
40	64	59
50	64	60
60	60	56
70	54	52½
80	43	42½
90	30	30
100	20	20
110	12	10
120	6	5
130	0	0
140	5	5
150	11	12½
160	19	20
170	28	29
180	37	37



mung und Isomorphismus der Feldspathe, Zeitschrift für Kryst. und Mineralogie 1898, Bd. XXX, S. 232 zu beachten. Vergl. auch die dort angegebene andere Litteratur.

Jedenfalls geht aus diesen Erforschungen hervor, dass auf einem Doma von der Lage e = 2,P'$\breve{\infty}$(021), dessen Fläche auf der zweiten positiven Mittellinie des Anorthits senkrecht steht, die Auslöschungsschiefen gegen die Projection der $\breve{a}$-Axe

etwa 60° bez. 30°

betragen müssen und nicht

48° bez. 42°

gross sein können.

Eine nähere Betrachtung der berechneten sowohl, als auch der beobachteten Curve lehrt aber, dass sie in ihrem extremsten (praktisch wegen Entfernung von der einen optischen Axe am sichersten zu beobachtenden) Theile verhältnissmässig schnell sich ändert.

Zum Beweise diene folgende Erfahrung.

Vor einer Reihe von Jahren liess ich einen Anorthitzwilling nach dem Albitgesetz so schneiden, dass in dem einen Individuum der Schnitt parallel der Axe $\breve{a}$ lief, im stumpfen Winkel P : M lag und mit P etwa 40° machte.

Es ergab sich, wie nach MICHEL LÉVY und LACROIX, a. a. O. S. 37 vorauszusehen war, dass in diesem Individuum die Schiefe zur Projection von $\breve{a}$ = 0 war. Überdies war es einseitig schief zur ersten negativen Mittellinie getroffen, so dass die Projection der Ebene der Axen noch fast normal zur Zwillingsgrenze war, die Mittellinie aber beträchtlich von der Plattennormale abwich.

Im Zwillingsindividuum lag der Schnitt im scharfen Winkel P/M und bildete mit M etwa 54°. Hier zeigte es sich, dass die Schliff-fläche annähernd senkrecht zur zweiten positiven Mittellinie lag[1] und die Auslöschung zur Zwillingsgrenze 55½° betrug.

Man sieht an der Curve, dass sie für Neigungen von 60° etwa 56° Schiefe gibt, während sie für 70–80° Werthe anzeigt, die sich dem FOUQUÉ'schen Werthe von 48° nähern. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass bei der Curve die Zonenlage P/M erfüllt ist, die in Rede stehende Fläche von FOUQUÉ dieser Bedingung aber nicht ganz genügte, sondern der Zone nur nahe kam. (Vergl. übrigens auch die Bemerkungen in FOUQUÉ's Arbeit, a. a. O. p. 314.)

b. Die Bestimmungen der Hauptbrechungsexponenten.

Mit DES CLOIZEAUX bezeichne ich die Brechungsexponenten:

$$\alpha > \beta > \gamma$$

[1] Katalog einer Sammlung von 115 Dünnschliffen petrographisch wichtiger Mineralien von VOIGT und HOCHGESANG 1889 S. 6.

und verwende zur Bestimmung des Axenwinkels aus diesen Grössen die Formel:

$$\operatorname{tg} V = \frac{\gamma}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha^2 - \beta^2}{\beta^2 - \gamma^2}}.$$

A. Michel Lévy und A. Lacroix haben zuerst im Jahre 1890[1] vermittelst des Bertrand'schen Refractometers die Brechungsexponenten des Anorthits von St. Clément, Puy de Dôme, bestimmt. Sie ermittelten:

$$\alpha = 1.586$$
$$\beta = 1.581$$ [2]
$$\gamma = 1.574$$

Von diesen Bestimmungen ist in der Litteratur ein ausgiebiger Gebrauch gemacht worden und man findet sie vielfach citirt.

Aus denselben folgt:

$$\alpha - \gamma = 0.012$$

und

$$\frac{\alpha + \beta + \gamma}{3} = 1.580.$$

Wenn man mit der, wie bekannt, sehr empfindlichen Tangentenformel V berechnet, so ergibt sich:

$$V = 40^\circ 0', \quad 2V_a = 80^\circ 0'.$$

F. Fouqué gibt 1894[3] den Werth für den Axenwinkel des Anorthits dieses Fundorts nicht an, bestimmt aber:

$$2V_a = 77^\circ 18' \text{ (Vesuv)}, \quad = 77^\circ 55' \text{ (Aetna)}.$$

Die Übereinstimmung ist, wie man sieht, nur eine annähernde.

In der eben erwähnten Arbeit bestimmt Fouqué mit Hülfe passend geschnittener Prismen am Anorthit vom Vesuv für Na-Licht:

$$\alpha = 1.5884$$
$$\beta = 1.5837$$
$$\gamma = 1.5757$$

Hieraus ergibt sich:

$$\alpha - \gamma = 0.0127$$
$$\frac{\alpha + \beta + \gamma}{3} = 1.5826$$

Berechnet man mit der Tangentenformel den Werth von V, so folgt:

$$V = 37^\circ 7' 15''; \quad 2V_a = 74^\circ 14' 30''.$$

---

[1] Comptes rendus 1890, T. CXI, p. 846.

[2] Die Verfasser halten die Bestimmungen von α und γ für zuverlässig, dagegen die von β für etwas unsicher.

[3] Bulletin de la Soc. franç. de Minéralogie 1894, T. XVII, p. 317 und 322; C. Hintze 1897, a. a. O. S. 1534.

Auch hier lässt die Übereinstimmung zu wünschen übrig; es kommt aber, wie wir sehen werden, nur auf Änderungen der Brechungsexponenten in der 4. oder 5. Decimalstelle an, um bessere Übereinstimmung zu erhalten.

Ich habe zu diesem Ende vier Platten senkrecht zur zweiten Mittellinie mit dem von mir beschriebenen Totalreflectometer untersucht[1] und an zwei besonders schönen Platten[2] erhalten.

	Platte I	Platte II	Mittelwerth aller guten Beobachtungen
Constante erste Grenze im Na-Licht, für $\alpha =$	65° 25'	65° 25'	65° 24' 40"
Maximum der zweiten Grenze, $\beta =$	65 1	65 0	65 1 10
Minimum der zweiten Grenze, $\gamma =$	64 25	64 24	64 24 40
Grenze für die Halbkugel $=$	34 55		

Legt man das Resultat, welches die Platte I gibt, der Rechnung zu Grunde, so folgt, unter Berücksichtigung des Brechungsexponenten des Glases

$$n_{Na} = 1.7469$$
$$\log = 0.2422680$$
$$\alpha_{Na} = 1.58856; \quad \log 0.2010025$$
$$\beta_{Na} = 1.68344; \quad \log 0.1996026$$
$$\gamma_{Na} = 1.57563; \quad \log 0.1974544$$

und es ist

$$\alpha - \gamma = 0.01293$$
$$\frac{\alpha + \beta + \gamma}{3} = 1.58588$$

Die Tangentenformel ergibt:

$$V = 38° 48' 40"; \qquad 2V_a = 77° 37' 20",$$

was mit den von mir auf anderem Wege ermittelten Werthen noch nicht besonders stimmt.

Geht man aber von den Mittelwerthen aus, so folgt:

$$\alpha_{Na} = 1.58849; \quad \log 0.2009832$$
$$\beta_{Na} = 1.58348; \quad \log 0.1996124$$
$$\gamma_{Na} = 1.57556; \quad \log 0.1974342$$

und es ist:

$$\alpha - \gamma = 0.01293$$

und
$$\frac{\alpha + \beta + \gamma}{3} = 1.58584.$$

---

[1] C. KLEIN, Diese Sitzungsberichte 1898, S. 317 u. f.

[2] Die Platten waren eine jede etwa 1^{mm} dick, 3^{mm} lang und 2^{mm} breit.

Die Tangentenformel ergibt:

$$V = 38^\circ 18' 40'', \quad 2V_a = 76^\circ 37' 20'',$$

was mit den aus den gemessenen Axenwinkeln in Mandelöl, THOULET'scher Lösung und Methylenjodid berechneten Werthen gut stimmt.

Man erkennt auch hier wieder die Empfindlichkeit der Formel und die geforderte Genauigkeit der Messung.

C. Axenwinkel, Dispersionen, Charakter der Mittellinien.

In der Litteratur finden sich zuerst 1875 a. a. O. von DES CLOIZEAUX Angaben, herstammend von Schliffen, senkrecht zur ersten negativen Mittellinie. Er fand um dieselbe eine Dispersion der Axen mit $\rho < \upsilon$, daneben starke geneigte Dispersion, und beobachtete:

$$2\,Ha = 84^\circ 58' \text{ Roth}$$
$$» = 85\ 24 \text{ Grün}$$
$$» = 85\ 59 \text{ Blau.}$$

Dabei zeigten sich keine grossen Schwankungen des Axenwinkels nach verschiedenen Stellen der Platte.

MAX SCHUSTER, a. a. O. S. 216, ermittelte um die zweite, positive Mittellinie $\rho > \upsilon$, dagegen keine andere Dispersion. Er fand für die Axenwinkel:

	110° 6'	im Glas des SCHNEIDER'schen Apparats
ferner	114 10	für Roth in Öl
	114 47	für Grün in Öl.

Die allgemeine Angabe $\rho > \upsilon$[1] ist richtig, die numerische Angabe dagegen falsch, da aus ihr $\rho < \upsilon$ folgen würde.

FOUQUÉ's Beobachtungen a. a. O. 1894 p. 317 ergaben für den Anorthit v. d. Somma:

$$2\,E = 147^\circ$$
$$2\,Aq\,[2] = 95$$

Dabei zeigte sich $\rho < \upsilon$, geneigte Dispersion und schwache gekreuzte. Es liegt also die erste Mittellinie vor. Der Verfasser berechnet:

$$2V = 77^\circ 18'.$$

Bei dem Anorthit vom Aetna beobachtete FOUQUÉ um die er[ste] Mittellinie $\rho < \upsilon$, geneigte und gekreuzte Dispersion

$$2\,Aq = 96^\circ 20',$$

[1] Die Angabe bei NAUMANN-ZIRKEL, Mineralogie 189[8] ... die zweite Mittellinie.

[2] Axenwinkel in destillirtem Wasser.

daraus wird berechnet:

$$2V = 77^\circ 55'.$$

Bei meinen Beobachtungen untersuchte ich Schliffe senkrecht zur zweiten positiven Mittellinie, direct hergestellt oder aus dem S. 351 beschriebenen Schnitt gewonnen und solche senkrecht zur ersten negativen Mittellinie, erhalten aus einem Krystall, bei dem eine Fläche senkrecht zur zweiten Mittellinie vorhanden war.

Ich machte die Beobachtung, dass in allen Platten der Axenwinkel zwar nicht viel, aber immerhin doch bemerkbar und in der Rechnung zu Tage tretend, nach der Stelle im Praeparat schwankte.

Zur Berechnung bediente ich mich nach Des Cloizeaux' Vorgang der Formel:

$$\operatorname{tg} V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o},$$

die aus den gemessenen Grössen allein den Winkel herleitet, während die Formeln:

$$\sin V_a = \frac{n}{\beta} \cdot \sin H_a \quad \text{und} \quad \sin V_o = \frac{n}{\beta} \sin H_o$$

noch die Bestimmungen von n und β erfordern und die dabei gemachten Fehler mit in die Rechnung bringen.

Zur Untersuchung bediente ich mich theils eines nach dem Kirchhoff'schen Princip und Th. Liebisch's Angaben von R. Fuess gebauten Axenwinkelapparats, theils eines neuen Wülfing'schen Axenwinkelapparats mit Beleuchtung durch einen Spectralapparat.[1]

Beide Instrumente arbeiten vorzüglich; das ältere ist, wenn nicht ausnahmsweise starke Lichtquellen zur Verfügung stehen, lichtstärker als das neue.

Dieses arbeitet sehr gut bei sehr starker Beleuchtung und zeichnet sich unter Anderem durch rasch zu bewerkstelligenden Wechsel der Vergrösserung und bequemeres Ablesen des Kreises aus. Um eine schnelle, vom Sitze des Beobachters aus erfolgende Einstellung der einzelnen Farben bewirken zu können, habe ich nachträglich an der Einstelltrommel des Spectralapparats einen sogenannten Hooke'schen Schlüssel anbringen lassen. Der neben dem Beobachter liegende drehbare Kopf dieses Schlüssels kann mit Marken versehen werden, die die richtige Einstellung von Li, Na, Tl, In anzeigen.

Beide Instrumente gestatten, wenn sie im monochromatischen Lichte gebraucht werden, nicht die sofortige Beobachtung im Tageslicht zum Erkennen der Dispersion. Bei dem neuen Apparat

[1] Neues Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1899, Beilage Bd. XII, S. 343—446.

wurde daher in die Verbindungsröhre von Axenwinkelapparat und Spectralapparat ein Prisma ein- und ausschaltbar eingeführt, was bei dem Einschieben das Licht einer Auerlampe in den Apparat wirft und sonach die Beobachtung im weissen Lichte gestattet.

Zur Untersuchung kamen zunächst zwei Platten, senkrecht zur ersten und zur zweiten Mittellinie aus einem Krystall.

Die Untersuchung geschah in Mandelöl

$$(n_{Li} = 1.4689,\ n_{Na} = 1.4718,\ n_{Tl} = 1.4748).$$

Um die erste, negative Mittellinie zeigte sich $\rho < \upsilon$ und geneigte Dispersion

$$2\,H_{a\,Li} = 84^\circ\ 0'$$
$$\text{»}\ _{Na} = 84\ 14$$
$$\text{»}\ _{Tl} = 84\ 30$$

Um die zweite, positive Mittellinie waren $\rho > \upsilon$, kräftige geneigte Dispersion und Spuren von gekreuzter zu bemerken

$$2\,H_{o\,Li} = 116^\circ\ 36'$$
$$\text{»}\ _{Na} = 116\ 18$$
$$\text{»}\ _{Tl} = 115\ 55$$

Hieraus berechnet sich:

$$2\,V_{a\,Li} = 76^\circ\ 22'$$
$$\text{»}\ _{Na} = 76\ 35$$
$$\text{»}\ _{Tl} = 76\ 50\tfrac{1}{2}$$

Ein zweiter Krystall lieferte ebenfalls zwei Platten. Die Dispersionserscheinungen an ihnen, in demselben Medium untersucht, waren die gleichen wie im ersten Falle.

Gefunden wurde:

$$2\,H_{a\,Li} = 83^\circ\ 56'$$
$$\text{»}\ _{Na} = 84\ \ 3$$
$$\text{»}\ _{Tl} = 84\ 18$$

$$2\,H_{o\,Li} = 116^\circ\ 30'$$
$$\text{»}\ _{Na} = 116\ 12$$
$$\text{»}\ _{Tl} = 115\ 54$$

Daraus ergibt sich:

$$2\,V_{a\,Li} = 76^\circ\ 22'$$
$$\text{»}\ _{Na} = 76\ 31$$
$$\text{»}\ _{Tl} = 76\ 44$$

Die Platten des ersten Krystalls wurden danach in THOULET'scher Lösung ($n_{Li} = 1.579$, $n_{Na} = 1.591$, $n_{Tl} = 1.604$) untersucht.

Es zeigte sich um die erste, negative Mittellinie keinerlei Dispersion und für alle Farben:

$$2\,Th_a = 76^\circ\,30'.$$

Um die zweite, positive Mittellinie ergab die Beobachtung:

$$\begin{aligned} 2\,Th_{o\,Li} &= 104^\circ\,55' \\ {}_{Na} &= 103\;\;43 \\ {}_{Tl} &= 102\;\;25 \end{aligned}$$

Hieraus folgt:

$$\begin{aligned} 2\,V_{a\,Li} &= 75^\circ\,58' \\ {}_{Na} &= 76\;\;25 \\ {}_{Tl} &= 76\;\;47 \end{aligned}$$

Man ersieht aus diesen Resultaten zweierlei:

1. Es sind durch Messungen in Thoulet'scher Lösung fast genau die wahren inneren Axenwinkel gemessen worden.[1]

2. Die Dispersion der Thoulet'schen Lösung verdeckt die des Krystalls (vergl. Dr. A. Reuter, Krystallogr. Unters. einig. organ. Verbindungen. Inaug.-Dissert. Berlin 1899).

Zwei Platten eines dritten Krystalls wurden in Methylenjodid (24° C.; $n_{Li} = 1.729$, $n_{Na} = 1.738$, $n_{Tl} = 1.753$) untersucht.

Um die erste negative Mittellinie zeigte sich keine bemerkbare Dispersion.

Die Messung ergibt:

$$\begin{aligned} 2\,Me_{a\,Li} &= 68^\circ\,42' \\ {}_{Na} &= 68\;\;48 \\ {}_{Tl} &= 68\;\;50 \end{aligned}$$

Die aus der Messung folgende schwache Dispersion hat den Sinn $\rho < v$. Man sieht an den kleinen Differenzen auch hier wieder den Einfluss des stark brechenden und starke Dispersion zeigenden Methylenjodids. — Solche Fälle mahnen zur Aufmerksamkeit bei Beurtheilung der Dispersion.

Um die zweite, positive Mittellinie gibt sich zu erkennen, bei $\rho > v$

$$\begin{aligned} 2\,Me_{o\,Li} &= 91^\circ\,31\tfrac{1}{2}' \\ {}_{Na} &= 90\;\;42 \\ {}_{Tl} &= 90\;\;\;\;2 \end{aligned}$$

Aus diesen Daten berechnet man:

$$\begin{aligned} 2\,V_{a\,Li} &= 76^\circ\,27' \\ {}_{Na} &= 76\;\;55 \\ {}_{Tl} &= 77\;\;15 \end{aligned}$$

[1] Vergl. diese Sitzungsberichte 1895 S. 102.

Fasst man die Resultate dieser Beobachtungen zusammen, so ergibt sich Folgendes:

Die zweite, positive Mittellinie für mittlere Farben steht beim Anorthit normal auf e = 2 ,P'$\breve{\infty}$(021). Die Axenebene neigt um 60½° gegen die Projection der ă-Axe auf dieser Fläche. Der wahre Axenwinkel ist in seinem spitzen Theil = 76° 30' für Na-Licht. Um diese erste Mittellinie ist die Doppelbrechung negativ; es findet statt $\rho < v$ und geneigte Dispersion.

Die Brechungsexponenten sind:

$$\alpha_{Na} = 1.58849$$
$$\beta\ . = 1.58348$$
$$\gamma\ . = 1.57556$$

An einem ganzen Krystall hatte ich früher, diese Sitzungsberichte 1895 S. 102 und 105, gefunden $2V_a = 77°$ und für die Neigung der Axenebene 58°. — In Anbetracht des Umstandes, dass die letzterwähnte Methode nicht so genau ist, wie die hier angewandte, ist die Übereinstimmung in den Resultaten sehr befriedigend zu nennen.

2. Die Anwendung der Methode der Totalreflexion in der Petrographie.

Wie ich in meiner ersten, unter diesem Titel erschienenen Arbeit hervorhob[1], ist es das Verdienst des Hrn. Fréd. Wallerant gewesen, zuerst die Aufmerksamkeit der Forscher diesem Gegenstand wieder zugelenkt zu haben.

Nach seiner Veröffentlichung sind die Publicationen von mir und Hrn. Pulfrich[2] erfolgt, die beide dem Beobachtungsinstrumente einen von der Wallerant'schen Art abweichenden, unter einander aber im Princip (Abbe-Czapski) übereinstimmenden Bau, abgesehen von den Nebeneinrichtungen, gaben.

Die wesentlichsten Verbesserungen sind an den letztgenannten Instrumenten: das schwach vergrössernde, bez. verkleinernde Fernrohr[3],

---

[1] C. Klein, Diese Sitzungsberichte 1898 S. 318.

[2] C. Pulfrich, Über die Anwendbarkeit der Methode der Totalreflexion auf kleine und mangelhafte Krystallflächen. Zeitschr. für Kryst. und Mineralogie 1899. Bd. XXX, S. 568 u. f.

[3] Bezüglich ersterer Einrichtung erlaube ich mir zu bemerken. dass schon M. Websky bei den Goniometern ähnliche Vorkehrungen nach noch viel älteren Mustern (Goniometer von Berzelius in Stockholm) traf (vergl. Pogg. Ann. 1867. Bd. CXXXII, S. 623; C. Klein, Einleit. in die Krystallber. 1876 S. 71—72). Später vervollkommnete er sie bedeutend, so dass dadurch die Goniometer zu dem wurden, was sie heute sind. Zeitschr. f. Kryst. u. Miner. 1880, Bd. IV, S. 555 u. f.



das natürlich auch durch Ocularwechsel zu einem vergrössernden umgestaltet werden kann, und die Blenden vor dem Augenkreis des Oculars.

Die Fernrohreinrichtungen sind, soweit man überhaupt von ihnen als neu sprechen kann, von mir und Hrn. PULFRICH gleichzeitig und unabhängig von einander angebracht worden. Die Blenden im Augenkreis des Oculars sind von Hrn. PULFRICH allein am Totalreflectometerfernrohr angewandt worden; sie erweisen sich als nützlich und ihr Vorhandensein als sehr erwünscht.

Abgesehen von der Abhandlung des Hrn. PULFRICH belehrt uns eine frühere des Hrn. VIOLA[1] über Justirung und Gebrauch des PULFRICHschen Refractometers, und eine fernere desselben Autors[2] zeigt, wie im strengsten Wortsinn eine Fläche genügt, um die drei Brechungsexponenten eines zweiaxigen Krystalls unzweideutig zu erhalten.

Am Totalreflectometer war der Nutzen eines schwach vergrössernden Fernrohrs auch schon bekannt; F. KOHLRAUSCH, WIEDEM. Annalen 1878. N. F. Bd. IV, S. 5, wandte eine 1½fache Vergrösserung an.

Dieselbe Vergrösserung hatte ein früher für Göttingen und ein 1888 für das hiesige Institut bezogenes Instrument derselben Art; die 1889 hier angeschafften LIEBISCH'schen Instrumente waren mit WEBSKY'schen Goniometern zu gebrauchen; von dem Nutzen einer schwachen Vergrösserung bez. Verkleinerung wurde also auch hier schon Gebrauch gemacht. Das 1889 erworbene Totalreflectometer nach PULFRICH hatte nur starke Vergrösserung; bald nach seinem Eintreffen wurde ein schwächer vergrösserndes Ocular demselben beigegeben. Ebenso wurde mit dem 1891 in das Institut gelangten Instrumente von ABBE-CZAPSKI verfahren, dem aber am wenigsten zu helfen war, da es in seinem langen, gebrochenen Fernrohr diesen Bemühungen Widerstand entgegensetzte und namentlich wegen der vielfachen Reflexe im Fernrohr stets wenig lichtstark und leistungsfähig blieb.

Hr. PULFRICH konnte natürlich von dem hier Mitgetheilten, soweit es nicht veröffentlicht war, keine Kenntniss haben. Es genügt aber das in der Litteratur Veröffentlichte, um seine Darlegung, a. a. O. S. 568—570, sowohl was das Totalreflectometer, als das Goniometer anlangt, als nicht dem früher Bekannten Rechnung tragend anzusehen.

Als er mir am 21. Mai 1898 brieflich mittheilte, er habe an dem demnächst zu beschreibenden Instrumente ein verkleinerndes Ocular dem Fernrohr beigegeben, antwortete ich ihm, auch ich sei im Begriff, ein Totalreflectometer zu beschreiben, sah aber in der von ihm erwähnten Einrichtung zwar etwas Erfreuliches und den früheren Gepflogenheiten gegenüber auch etwas Neues, ging aber aus den oben erwähnten Gründen nicht näher darauf ein und berührte nur die Ocularblenden. Selbstverständlich waren meine beiden der Akademie am 26. Mai 1898 vorgelegten Instrumente ganz unabhängig von der PULFRICH'schen Mittheilung mit vergrössernden, keine Vergrösserung zeigenden und verkleinernden Ocularen versehen.

Ich bemerke dies ausdrücklich gegenüber PULFRICH's Äusserung in der Zeitschr. für Instrumentenkunde 1899, XIX, S. 80, aus der obiger Thatbestand nicht zu ersehen ist.

[1] C. VIOLA, Über einige im mineralogischen Institute zu München ausgeführte Untersuchungen. Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1898, Bd. XXX, S. 417 u. f.

[2] C. VIOLA, Über die Bestimmung der optischen Constanten eines beliebig orientirten zweiaxigen Krystalls. Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1899, Bd. XXXI, S. 40 u. f.

Endlich kommt Hr. F. Wallerant[1] nochmals auf seine früheren Mittheilungen zurück und zeigt, wie eine Feldspatherkenntniss mit seinem Instrument durch Bestimmung des mittleren Brechungsexponenten rasch und sicher möglich werde.

Abgesehen davon, dass ein solcher Hinweis auch schon von mir 1898, a. a. O. S. 330 gegeben und daneben auf den höchsten Brechungsexponenten der betreffenden Mineralien besonders verwiesen worden ist, gebe ich im Nachfolgenden zuerst noch einige praktische Anweisungen und gehe dann zu einzelnen Bestimmungen über.

a. Das Arbeiten mit dem Totalreflectometer bei Untersuchung von Krystallplatten und Dünnschliffen.

Nach meiner Erfahrung ist das Arbeiten bei streifender Incidenz so sehr dem mit der eigentlichen Totalreflexion überlegen, dass ich fast ausschliesslich die erstere Methode anwandte.

Das Praeparat muss im ersteren Falle durch eine kräftige Linse[2] streifend beleuchtet werden[3]; dieselbe ist in der Höhe verstellbar, ausserdem noch um eine horizontale Axe drehbar und in einer parallel dem Beobachter verlaufenden Ebene neigbar.

Diese Linse wird vor die Halbkugel gestellt und so gerichtet, dass beim Bestimmen der Grenze der Halbkugel gegen Luft, diese Grenze scharf und voll im Fernrohr erscheint.

Das Auflegen des Plättchens, was eine vollkommen plane Fläche haben muss, erfolgt so, dass es, sorgfältigst gereinigt, auf einen Finger gelegt und dann mit der Verbindungsflüssigkeit befeuchtet wird. Man bringe den Finger an die Halbkugel und kehre rasch um, so dass das Plättchen auf deren vorher gereinigte Oberfläche zu liegen kommt und möglichst wenig Flüssigkeit randlich heraustritt. Das Plättchen ist dann zur Untersuchung fertig und braucht keine randlich ebenen, vertical stehenden Flächen oder einen Cylindermantel zu haben. Ist natürlich ein solcher Cylindermantel vorhanden, so fördert dies die Untersuchung.

Liegt ein Dünnschliff vor, so ist die Oberfläche zu poliren und derselbe wie das Plättchen aufzulegen. In vielen Fällen kann man ihn auf dem Objectträger lassen, dann ist durch das Glas zu beobach-

---

[1] Fréd. Wallerant, Méthode de détermination rapide des Feldspaths des roches. Bull. Soc. franç. de Miner. 1898, T. XXI, p. 267.

[2] Vergl. C. Pulfrich, Das Totalreflectometer 1890, hier und für alle späteren praktischen Winke.

[3] Ist die Beleuchtung zu intensiv, so kann man leicht abhelfen, eventuell etwas Lichtschwächendes in den Gang der Strahlen bringen.



ten[1] (ebene planparallele Objectträger oder Deckgläser erwünscht), und die Glasgrenze zeigt sich besonders.

Im Falle diese oder die Grenze der verbindenden Flüssigkeit (zwischen Krystall und Halbkugel) in ihren Werthen mit denen des zu untersuchenden Körpers übereinstimmen, ist letzterer möglichst ohne Glasbedeckung zu verwenden, um Täuschungen zu vermeiden.

Um in einem Dünnschliff eine bestimmte Partie zu isoliren, bedeckt man den Schliff von oben mit einer dünnen, geschwärzten Blende von Metall oder Glas, die ein centrales Loch besitzt. Es ist dies nach meiner Erfahrung das einfachste und am leichtesten anzuwendende Mittel zur Abblendung, abgesehen von den Blenden im Ocularaugenkreis.

C. Bestimmungen mit dem Totalreflectometer.

α. *Bestimmungen an Cylindern und Platten nicht verzwillingter Mineralien.*

Für mineralogische Zwecke ist es ausreichend, wenn man am Nonius des Instruments Minuten ablesen und halbe schätzen kann. Ist die Theilung noch feiner, z. B. mit Nonius 10 oder 20 Secunden angebend, so kann man natürlich noch mehr ausrichten.

Für viele Fälle leistet die von Hrn. LEISS[2] gegebene Tabelle sehr gute Dienste. Wir werden sie hier benutzen. Alle Messungen sind im Na-Licht erfolgt.

1. Quarz. Cylinder, die Fläche, senkrecht zum Mantel, ist parallel der Axe c.

		RUDBERG[3]
Constante Curve		
Winkel = 62° 7';	o = 1.54408;	1.54418
Bewegliche Curve		
Winkel = 62 47 ;	e = 1.55348;	1.55328

2. Gyps von Sicilien. Cylinder, Fläche normal zum Mantel und parallel der Axenebene.

		MÜLHEIMS
Constante Curve		
Winkel = 60° 40';	β = 1.5229;	1.52278
Bewegliche Curve		
Maximum = 61° 7';	α = 1.5296;	1.52984
Minimum = 60 30 ;	γ = 1.5204;	1.52080

[1] Eventuell ist dabei Beobachtung in um 180° verschiedenen Lagen und Bildung von Mittelwerthen nöthig.

[2] C. LEISS, Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess 1899, Anhang, S. 363—367.

[3] Vergl. hier und in der Folge Physik.-chemische Tabellen von H. LANDOLT und R. BÖRNSTEIN 1894.

3. Sanidin von der Eifel. Senkrecht zur ersten negativen Mittellinie, Axenwinkel sehr klein, fast o.

		F. Kohlrausch
Constante Curve		
Winkel 60° 40';	$\alpha = 1.5229$;	1.5253
Bewegliche, hier aber wegen des Axenwinkels = o ebenfalls nahezu constante Curve		
Winkel 60° 25';	$\beta = \gamma = 1.5192$;	1.5206

4. Albit von Schmirn, Tirol. Platte annähernd parallel M = ∞P∞̆ (010) und senkrecht zur positiven Mittellinie. Viola[1]

Constante Curve 61° 45';	$\alpha = 1.5388$;	1.53858
Bewegliche Curve		
Maximum 61° 25';	$\beta = 1.5340$;	1.53330
Minimum 61 5;	$\gamma = 1.5291$;	1.52905

5.[2] Kalkspath, Fläche parallel c. Rudberg

Constante Curve		
Winkel 71° 40';	o = 1.6582;	1.6585
Bewegliche Curve		
Winkel 58° 18';	e = 1.4863;	1.4864

6. Aragonit von Bilin. Senkrecht zur ersten Mittellinie. Mülheims, Bilin

Constante Curve		
Winkel 61° 5';	$\gamma = 1.5291$;	1.52998
Bewegliche Curve		
Maximum 74° 45';	$\alpha = 1.6854$;	1.68541
Minimum 74 10;	$\beta = 1.6806$;	1.68098

β. Bestimmungen an Platten verzwillingter Mineralien, isolirt oder im Dünnschliff.

Besteht die Platte aus einem Zwilling und ist beliebig geschnitten, so gibt die eine Hälfte zwei bewegliche Grenzen und jede hat ein Maximum und ein Minimum. Unter diesen vier Werthen befinden sich die für α, β, γ und ein vierter, nicht zu verwendender. Die andere Zwillingshälfte zeigt dasselbe. Da sie jedoch anders optisch orientirt ist und mit ihrer optischen Orientirung einen Winkel zu der der ersten Hälfte macht, so fallen die entsprechenden drei Werthe α, β, γ nicht auf die ersten (der vierte ist von dem früheren vierten verschieden), sondern erreichen dieselben erst nach einer gewissen Drehung der Platte.

Hat man also aus einem Zwilling eine grössere Platte, z. B. aus einem Carlsbader Zwilling von Albit (Schmirn) eine Platte parallel ă

[1] C. Viola, Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie 1898, Bd. XXX, S. 437.

[2] Von hier ab mit Methylenjodid als Verbindungsflüssigkeit.

des einen Individuums und senkrecht $\infty P \breve{\infty}$ (010), so wird man, wenn man die Brechungsexponenten genau bestimmen will, die eine Hälfte bedecken und nur die andere untersuchen. Thut man dies nicht, so können unter Umständen Verwechselungen vorkommen.

Werden aber in Plättchen oder Einsprenglingsstellen im Dünnschliff[1] die Lamellen sehr fein, so wird man am besten das Mineral daran erkennen, dass man die aus dem Gewirre aller Grenzen sich hervorhebende Grenze für den grössten Brechungsexponenten mit dem verkleinernden Fernrohr bestimmt und daran das Mineral erkennt, dessen allgemeiner Charakter vorher zu ermitteln ist.

Im speciellen Falle der Feldspathe schlägt Hr. FRÉD. WALLERANT[2] vor, den mittleren Brechungsexponenten zu ermitteln.

Vielleicht hat er dabei mehr zwillingslamellenfreie Einsprenglinge bez. Mikrolithen im Auge. Sind die Feldspathe stark lamellirt, so geht, wenigstens nach dieser Methode hier, die Bestimmung des mittleren Brechungsexponenten nicht an, und es empfiehlt sich, wie schon erwähnt und den Andeutungen und Ausführungen meiner früheren Mittheilungen folgend — diese Sitzungsberichte 1898 S. 330 —, die Ermittelung von α, dessen Curve eine von den anderen nicht getrübte Stelle im Fernrohr einnimmt.

1. Albit, Schmirn. Oben an zweiter Stelle erwähnte Platte. Albit- und Carlsbader Zwilling;
   Maximalwerth 61° 45'; $\alpha = 1.5388$
   Nach MICHEL LÉVY und LACROIX[3] $= 1.540$
2. Oligoklas, Twedestrand. Beliebiger Schnitt. Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz.
   Maximalwerth 61° 58'; $\alpha = 1.5420$
   Nach MICHEL LÉVY und LACROIX $= 1.542$
3. Oligoklas im Hornblende führenden Biotitdacit von La Coipa, Atacama. Sehr verzwillingt nach dem Albitgesetz.
   Maximalwerth 62° 25'; $\alpha = 1.5483$
   Nach den Untersuchungen des Hrn. Cand. VON WOLFF im hiesigen Institut ist der Feldspath Oligoklas mit Annäherung zum Andesin.
   Nach MICHEL LÉVY und LACROIX $= 1.542 - 1.556$

---

[1] Liegen die unbedeckten Schliffe auf dem Objectträger und bildet Cassiaöl die verbindende Flüssigkeit, so sind die Grenzen:

Glas 60° 40'; $n = 1.5229$
und Cassiaöl 66°; $n = 1.5959$

zu beachten.

[2] FRÉD. WALLERANT 1898, a. a. O.

[3] A. MICHEL LÉVY et A. LACROIX, Tableaux des Minéraux des Roches, 1889.

4. Labrador, Küste Labrador. Beliebig. Zahlreiche Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz.
   Maximalwerth 63° 25'; $\alpha = 1.5622$
   Nach Michel Lévy und Lacroix $= 1.562$

5. Plagioklas aus dem Gabbro von Harzburg. Beliebiger Schnitt. Reichliche Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz.
   Maximalwerth 63° 30'; $\alpha = 1.5634$
   Feldspath auf der Grenze Labrador-Anorthit.
   Anderer Durchschnitt:
   Maximalwerth 64°; $\alpha = 1.5701$
   Feldspath noch mehr dem Anorthit genähert.

6. Anorthit in Feldspathbasalt von Hafnefjord. Island. Zwillinge nach dem Albitgesetz in Form von zum Theil sehr kleinen Einsprenglingen.
   Maximalwerth 65° 25'; $\alpha = 1.5886$
   Nach C. Klein $= 1.5885$

Was die Methode leistet — und zwar auch an sehr kleinen Partieen — ersieht man aus diesen Beispielen. Ich gedenke die Untersuchungen fortzusetzen und darüber später zu berichten.

Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

Von E. Dümmler.

Die 25. Plenarversammlung der Centraldirection der *Monumenta Germaniae historica* wurde in diesem Jahre vom 6. bis 8. April in Berlin abgehalten. Durch eine Erholungsreise wurde Hr. Geheimerath Brunner hierselbst und durch Unwohlsein Hr. Geheimerath von Hegel in Erlangen an der Theilnahme verhindert. An der Versammlung betheiligten sich demnach die HH. Professor Bresslau aus Strassburg, Geheimerath Dümmler als Vorsitzender, Professor Holder-Egger als Schriftführer, Professor Ritter Luschin von Ebengreuth aus Graz, Professor Mommsen, Professor Mühlbacher aus Wien, Professor Riezler aus München, Professor Scheffer-Boichorst, Dr. Traube aus München, Professor Zeumer.

Im Laufe des Jahres 1898/99 erschienen

im Anschluss an die Abtheilung *Auctores antiquissimi*:

1. *Libri pontificalis* pars prior ed. Th. Mommsen (*Gestorum pontificum Romanorum* vol. I);

in der Abtheilung *Epistolae*:

2. *Epistolarum* tomi V pars prior. *Karolini aevi III*;

in der Abtheilung *Antiquitates*:

3. *Poetarum Latinorum medii aevi* tomi IV pars prior ed. P. de Winterfeld

in den *Scriptores rerum Germanicarum in usum scholarum ex Mon. Germ. separatim editi*

4. *Eugippii Vita Severini denuo recogn.* Th. Mommsen;
5. von dem Neuen Archiv der Gesellschaft Band XXIV, herausgegeben von H. Bresslau.

Unter der Presse befinden sich 7 Quartbände, 1 Octavband.

In der Sammlung der *Auctores antiquissimi* war im vergangenen Jahre mit dem Register zu den kleinen Chroniken der Abschluss erreicht worden und Hr. Professor Mommsen hatte damit die Leitung dieser Abtheilung niedergelegt. Gleichwohl stellte sich inzwischen das Bedürfniss einiger Ergänzungen heraus, welche, abgesehen vielleicht von

anderen noch zu bestimmenden Nachträgen, einen 14. Band mit *Carmina selecta aetatis Romanae extrema* ergeben würden. Diese sollten vornehmlich in geschichtlich interessanten Gedichten aus der Zeit der vandalischen Herrschaft in Spanien und Africa bestehen, darunter die Fragmente des Merobaudes und Einiges von Dracontius. Mit der Herausgabe ist unter Mitwirkung des Hrn. Dr. Traube Hr. Dr. Fr. Vollmer in Brüssel betraut worden.

Nachdem der erste bis zum Jahre 715 reichende Theil des *Liber pontificalis* in der Ausgabe des Hrn. Professors Mommsen inzwischen erschienen ist, hat Hr. Professor Kehr in Göttingen die Fortsetzung desselben übernommen, an welche sich zunächst die Papstkataloge und sodann die einzeln überlieferten Lebensbeschreibungen von Päpsten anschliessen sollen. Zur Unterstützung bei Ausführung dieser Arbeiten, welche trotz vielfacher Sammlungen aus alter Zeit manche neue Vergleichungen erfordern werden, ist Hr. Dr. Alb. Brackmann seit dem Herbst als Mitarbeiter eingetreten.

In der Abtheilung der *Scriptores* hat seit October der Druck des 4. Bandes der Merowingischen Geschichtsquellen mit den geschichtlich sehr werthvollen Werken des Jonas von Bobbio begonnen, und befinden sich zunächst die beiden *Vitae S. Galli* in Vorbereitung. Neben dieser Fortsetzung des grossen Unternehmens sah der Herausgeber, Hr. Dr. Krusch, sich genöthigt, auf mehrfache gegen seine Aufstellungen im vorigen Bande gerichtete Angriffe in eingehender Ausführung im Neuen Archiv zu antworten. Zur rascheren Förderung der Ausgaben selbst ist seit Neujahr Hr. Dr. W. Levison aus Bonn bei ihm als Mitarbeiter angestellt worden.

Hr. Prof. Holder-Egger setzte zunächst den Druck der als Handausgabe erscheinenden mühevollen *Monumenta Erphesfurtensia* saec. XII. XIII. XIV. fort, welcher binnen Kurzem vollendet sein wird. Daneben wurde an der zweiten Hälfte des 30. wie an dem 31. Bande, der die italienischen Chroniken des 13. Jahrhunderts eröffnen soll, die unterbrochene Arbeit wieder aufgenommen, um sie möglichst bald dem Drucke zuzuführen. Einige von Hrn. Prof. Simonsfeld in München schon früher bearbeitete Quellen sind für den 32. Band aufgespart worden. Diesem oder dem folgenden sind auch die von Hrn. Dr. Eberhard übernommenen Ausgaben der Schrift des Boncompagnus *de obsidione Anconae* sowie der Chroniken des Gerardus Maurisius und Nicol. Smeregius bestimmt. Im Interesse dieser Fortsetzung der italienischen Chroniken hat der seit dem Sommer 1898 bei dieser Abtheilung thätige Mitarbeiter Hr. Dr. Otto Cartellieri im Frühjahr eine Reise nach Italien, namentlich Rom und Neapel, angetreten, um unter Anderem der sehr mangelhaften Überlieferung des sogenannten Nicolaus de Jamsilla und



Saba Malaspina nachzuspüren. Eine Handschrift des Riccobald von Ferrara auf der Insel Malta hat Hr. Prof. Kehr zu vergleichen übernommen.

Von den früheren Handausgaben wird die *Vita Heinrici IV.* in einem von Hrn. Dr. Eberhard besorgten neuen Abdrucke erscheinen.

Die Vollendung des 3. Bandes der Deutschen Chroniken, die Werke Enikel's, von Prof. Strauch, kann erst für dies Jahr, nach langer Unterbrechung des Druckes, in Aussicht gestellt werden. Für den 6. Band hat Hr. Prof. Seemüller in Innsbruck seine Bearbeitung der in zahlreichen Handschriften überlieferten Chronik Hagen's weiter geführt, aber noch nicht abgeschlossen. Für die Sammlung der politischen Sprüche und Lieder nähert sich Hr. Dr. H. Meyer in Göttingen dem Abschluss der älteren mittelhochdeutschen Spruchdichter bis 1300. Einige niederdeutsche Lieder wurden durch Hrn. Dr. Borchling entdeckt. Eine Reise nach Süddeutschland, zumal nach München, wird für die Ergänzung des Materials erforderlich sein.

In der Abtheilung *Leges* hat der Druck der grossen Ausgabe der *Leges Visigothorum* seit einigen Monaten begonnen, indem zuletzt noch eine Pariser Handschrift für denselben zur Verwendung gekommen ist. Für die neue Ausgabe des baierischen Volksrechtes hat Hr. Prof. von Schwind in Graz in den Osterferien eine Reise nach Italien unternommen, nachdem manche deutsche Handschriften von ihm schon vorher erledigt worden waren.

Für die karolingischen Synoden hat Hr. Dr. Werminghoff im Neuen Archiv zur vorläufigen Übersicht ein Verzeichniss der Acten von 742 bis 843 veröffentlicht. Nachdem derselbe bereits hier eine grössere Zahl von Handschriften aus Bamberg, Berlin, Bern, Brüssel, Köln, München, Paris und Wien ausgebeutet hatte, trat er am 1. Februar eine Reise nach Frankreich an, welche sich schon durch manche unverhoffte Funde auf diesem lange vernachlässigten Gebiete belohnte.

Die früher von Hrn. Prof. Hübner verzeichneten fränkischen und langobardischen Gerichtsurkunden übernahm Hr. Prof. Tangl in Berlin und förderte sie auf einer Reise nach Paris im März d. J.

Hr. Dr. Schwalm in Göttingen konnte den 3. Band der *Constitutiones et acta publica* um so weniger abschliessen, je mehr gerade ein Aufenthalt in Italien, zumal in Rom, ihm gezeigt hatte, dass für dies so überaus zerstreute Material noch immer neue wichtige Entdeckungen zu gewärtigen seien. Die schon früher geplante Reise nach Süddeutschland und ein nochmaliger Ausflug nach Italien werden daher dem Beginn des Druckes vorangehen müssen. Gefällige Unterstützung bei seinen Arbeiten fand Hr. Dr. Schwalm namentlich an den HH. Herre in München und Pogatscher und Schellhass in Rom.

In der Abtheilung *Diplomata* ist der Druck der Urkunden König Heinrich's II. in der bisherigen Weise zwar fortgesetzt worden, sieht jedoch erst gegen Mitte des Jahres seinem Ende entgegen, weil Untersuchungen über einzelne Urkunden, wie z. B. die von St. Vanne in Verdun, öfter den regelmässigen Fortgang unterbrechen. Hr. Dr. Bloch wird aus seiner fünfjährigen Mitarbeiterschaft am Ende des Sommers ausscheiden, an den Registern aber in Gemeinschaft mit dem Dr. Holtzmann noch weiter mitwirken. Der Herausgeber dieser Unterabtheilung, Hr. Prof. Bresslau, gedenkt alsdann im Winter 1899–1900 auf einer umfassenden Reise nach Italien das Material für den 4. Band vorzubereiten, welcher die Urkunden Konrad's II. und Heinrich's III. bringen soll.

In der Unterabtheilung der Karolingerurkunden sind die Vorarbeiten für den ersten bis zum Jahre 814 geplanten Band so weit gediehen, dass der Druck im Herbst dieses Jahres sicher beginnen kann. Für die Ergänzung des Materials arbeitete Hr. Prof. Tangl im Herbst in Oberitalien, namentlich in Modena, Turin, Novara, sowie auf dem Rückwege in Chur, Hr. Prof. Dopsch holte im Winter in Paris Manches an handschriftlichen Studien nach und unterwarf besonders die auf deutschen Bibliotheken fehlenden französischen Publicationen einer umfassenden Durchsicht, Dr. Lechner arbeitete in Stuttgart und München. Hr. Prof. Mühlbacher selbst benutzte in Frankfurt a. M. fünf dort aufgefundene Urkunden von Granfelden. Auch hier wie bei der anderen Abtheilung wird die Ausgabe von einzelnen Untersuchungen der Mitarbeiter begleitet und unterstützt, wie über die Ebersheimer Fälschungen, über die Fuldaer Privilegien, über schwäbisch-elsässische Urkundenfälschungen des 10. und 12. Jahrhunderts u. s. w.

Durch die dankenswerthe Vermittelung des Hrn. Prof. Kehr empfingen wir von seinen mit Hrn. Schiaparelli unternommenen Forschungsreisen für die mittelalterlichen Papsturkunden eine Reihe werthvoller Nachrichten über die Kaiserurkunden kleinerer italienischer Archive sowie Abschriften namentlich staufischer Urkunden. Weitere Mittheilungen dieser Art stehen in Aussicht.

In der Abtheilung *Epistolae* wird der 2. abschliessende Band des *Registrum Gregorii*, durch dessen Übernahme Hr. Dr. Hartmann in Wien den *Mon. Germ.* einen grossen Dienst erwiesen hat, in wenigen Wochen erscheinen können, weil der Druck bereits am Ende der Einleitung steht. Von dem 5. Bande, der Fortsetzung der karolingischen Briefe, ist die erste, theils von Hrn. Dr. Hampe, theils von mir bearbeitete Hälfte bereits ausgegeben worden, an der zweiten, in welcher Hr. Dr. von Hirsch-Gereuth eine Anzahl päpstlicher Briefe herausgegeben hat, wird ununterbrochen weiter gedruckt, so dass ihr Erscheinen bis Ende des

Sommers gesichert ist. Er wird ausser jenen päpstlichen die Briefe Amolo's, Hraban's, Ermenrich's und vermischte umfassen.

Der Mitarbeiter Hr. Alfons Müller ist mit Vorarbeiten für den 6. Band, zumal mit den Briefen des Papstes Nicolaus I., beschäftigt. Obgleich dafür einige Pariser Handschriften hier verglichen werden konnten, wird eine Reise nach Frankreich und Belgien später unerlässlich sein. Bei der grossen Zerstreuung des Materials sahen wir uns besonders bei dieser Abtheilung vielfach auf die Gefälligkeit bewährter Freunde und Gönner angewiesen. Ich nenne die HH. P. Hauthaler in Salzburg und P. Gabr. Meier in Einsiedeln, welche auch Hrn. Dr. Werminghoff unterstützten, ferner P. Bened. Hamerl in Zwettel, P. Tobner in Lilienfeld, den Kreisarchivar Göbel in Würzburg, das Venetianische Staatsarchiv, die Bibliothekare in Cambridge und Dublin, Dijon und Reims, Gent und Oxford, Würzburg u. s. w., die uns alle mit gleicher Freundlichkeit entgegenkamen.

In der Abtheilung *Antiquitates* befinden sich die für den 2. Band der *Necrologia Germaniae* mit Hülfe des Hr. Dr. Max Vancsa in Wien angefertigten, sehr umfänglichen Register schon seit Monaten im Druck. An dem 3. Bande hat Hr. Reichsarchivrath Baumann in München weitergearbeitet und besonders auf einer Reise nach Tirol das sehr lückenhafte Material für die Diöcese Brixen gesammelt, an welche sich Freising zunächst anschliessen soll.

Von dem 4. Bande des *Poetae latini aevi Carolini* ist die erste etwas stärkere Hälfte von Hrn. Dr. von Winterfeld kürzlich ausgegeben worden. Aber auch die zweite wird noch dem karolingischen Zeitalter gewidmet sein, theils um die bisher noch nicht aufgenommenen Rhythmen nachzuholen, theils die Sequenzen Notker's und die damit unmittelbar zusammenhängenden Dichtungen anderer Verfasser. Der Bau der Sequenzen wird durch mehrere Tafeln mit Neumen veranschaulicht werden, für deren Herstellung uns die St. Galler Stiftsbibliothek mit dankenswerther Gefälligkeit kostbare Handschriften anvertraute.

Da die zweite Hälfte des 4. Bandes der *Poetae*, namentlich auch durch eine dafür erforderliche Reise nach Süddeutschland, Österreich und der Schweiz, zu ihrer Vollendung noch längere Zeit in Anspruch nehmen dürfte, so erschien es zweckmässig, schon jetzt dem 5. Bande durch eine Handausgabe der für denselben bestimmten Werke der Nonne Hrotsvith vorzugreifen, welche, von Hrn. von Winterfeld schon längst in Angriff genommen, im nächsten Winter gedruckt werden sollen.

Aus dem Nachlass des in Breslau verstorbenen Professors Rud. Peiper, eines ausgezeichneten Kenners der mittelalterlichen Poesie, wurden uns von dessen Wittwe werthvolle Materialien für die Fortführung

der *Poetae latini* als Geschenk überwiesen, namentlich seine Vorarbeiten für eine neue Ausgabe der *Carmina Burana.*

Besondere Verdienste erwarben sich um diese Abtheilung ausser mehreren unserer Mitarbeiter die HH. Wartmann und Egli in St. Gallen, Schellhass und Warburg, sowie ausser der St. Galler die Bibliotheken von Colmar, Einsiedeln, München und Trier.

Für das Neue Archiv, welches auch in seinem erweiterten Umfange niemals Mangel an gehaltvollen Beiträgen leidet, wird im nächsten Winter bei der bevorstehenden längeren Abwesenheit des Hr. Prof. Bresslau sein Mitarbeiter Hr. Dr. Bloch die stellvertretende Redaction führen.

Dem Auswärtigen Amte des Deutschen Reiches und der Königlichen Bibliothek in Berlin als Vermittlern des für unsere Zwecke unentbehrlichen Handschriftenverkehrs bleiben wir nach wie vor zum wärmsten Danke verpflichtet, wie nicht minder den zahlreichen Archiven und Bibliotheken, die uns zum reichsten Segen für die Wissenschaft ihre Schätze zeitweilig anvertrauen.

Ausgegeben am 20. April.



VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. XIX.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1897 . . . . *M.* 24.—

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . *M.* 4.50

» Mathematische Abhandlungen . . . . » 3.50

» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 14.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . *M.* 2.50

ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50

KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS . . . . » 0.80

HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. TH. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) . . . . » 6.—

WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—

VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—

DÜMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH . . . . » 1.—

ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND . . . . » 1.—

DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH . . . . » 1.—

KOPSCH: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . *M.* 1.50

FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—

KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . » 2.50

BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . » 3.—

RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—

SCHUMANN: Die Verbreitung der *Cactaceae* im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . » 5.50

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 . . . . *M.* 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . *M.* 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung	M. 1.—
FUCHS: zur Theorie der ABEL'schen Functionen	» 0.50
KOENIGSBERGER: über LAGRANGE'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung	» 0.50
FROBENIUS: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen	» 0.50
HARNACK: über zwei von GRENFELL und HUNT entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente	» 0.50
LÜDELING: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen	» 0.50
JUDEICH: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien	» 1.—
WEBER: vedische Beiträge. VII.	» 1.—
HILLER VON GAERTRINGEN: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm	» 0.50
VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX.	» 0.50
WILL: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter	» 0.50
LÜHE: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei	» 0.50
FRÄNKEL: eine Inschrift aus Argos	» 0.50
BEKKER: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte	» 1.—
KLEIN: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären	» 1.—
SCHELLWIEN: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken	» 0.50
ROSENBUSCH: zur Deutung der Glaukophangesteine	» 0.50
VOGEL: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius	» 0.50
KOENIGSBERGER: Entwickelungsform algebraischer Functionen	» 0.50
HARTMANN: über die Scale des KIRCHHOFF'schen Sonnenspectrums	» 0.50
DÜMMLER: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen	» 1.—
ZIEBARTH: neue attische Grenzsteine	» 0.50
WENDLAND: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament	» 0.50
KLAATSCH: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus*	» 0.50
VAN'T HOFF und WILLIAMS: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X.	» 0.50
VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI.	» 0.50
KÖHLER: das asiatische Reich des Antigonos	» 1.—
DIELS: die Elegie des Poseidippos aus Theben	» 0.50
LOHMANN: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert	» 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction	M. 0.50
VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung	» 0.50
SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard	» 0.50
LEISS: Index- und Strahlenflächen	» 0.50
SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria*	» 0.50
SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren	» 0.50
ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen	» 0.50
BELCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien	» 0.50
LIPSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken	» 0.50
HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung	» 0.50
HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die BLASS'sche Hypothese	» 1.—
FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen	» 0.50
SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden	» 0.50
LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren	» 1.—
LÜDELING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen	» 0.50
THILENIUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der *Hatteria punctata*	» 0.50
WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre	» 0.50
VAHLEN: Bemerkungen zum Ennius	» 0.50
KEKULE VON STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen	» 0.50
VON BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre	» 0.50
JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf -ειω und der urgriechische Declinationsablaut der Nomina auf -ευς	» 0.50
HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28	» 0.50
FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe	» 0.50
KLEIN: optische Studien I.	» 1.—
VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII.	» 0.50
LOHMANN: Auftrieb von Messina	» 1.—
PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen	» 0.50

SITZUNGSBERICHTE

DER



KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXII.

27. April 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

XXIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.



4. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Pernice las: Zum römischen Gewohnheitsrechte.

Das Gewohnheitsrecht ist auf die Entwickelung des römischen Rechts von grossem Einflusse gewesen. Aber es tritt nur auf beschränktem Raume unmittelbar wirksam auf: es steckt im praetorischen Edicte, im ius gentium, in der aequitas, in Rechtssprüchen und Rechtsgutachten. Es wird begründet auf allgemeine Willensübereinstimmung, die sich in längerer Übung zeigt und äussert. Julian (D. 1, 3. 32, 1) steht allein mit seiner Auffassung der Gewohnheit als eines durch schlüssige Handlung gegebenen Gesetzes und mit seiner Folgerung, dass sie derogatorische Kraft habe. Das spartanische Gewohnheitsrecht ist für die römische Rechtsordnung nicht vorbildlich gewesen.

Ausgegeben am 18. Mai.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

DER

XXIV.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

4. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

*1. Hr. ENGLER las über die von ihm mit Hrn. Dr. L. DIELS gemeinsam bearbeitete **systematische Gliederung und Verbreitung der Gattung *Combretum*, insbesondere der africanischen Arten.**

Die Gattung umfasst jetzt 241 Arten, von denen 183 dem tropischen Africa angehören; dieselben sind Halbsträucher, Sträucher, Kettersträucher und Bäume, sie vertheilen sich auf 28 Gruppen, welche sich durch Form des Receptaculums, Entwickelung des Discus, Gestalt der Blumenblätter und Früchte unterscheiden. Die meisten Gruppen sind entweder auf West- oder auf Ost-Africa beschränkt.

2. Hr. VOGEL legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. J. WILSING in Potsdam vor: **Über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne.**

Der Verfasser hat durch elektrische Entladungen in Flüssigkeiten Metallspectra erzeugt, die in Folge des hohen Druckes Verschiebungen der Spectrallinien und andere Erscheinungen im Spectrum aufwiesen, wie sie ähnlich bei den Spectren neuer Sterne beobachtet worden sind.

* erscheint in den von der Akademie unterstützten Monographien africanischer Pflanzen-Familien und -Gattungen, III.

Über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne.

Von Prof. J. Wilsing
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Vogel.)

Die auffallendste Erscheinung im Spectrum der Nova Aurigae (1892) bot das Auftreten von Linienpaaren, welche je aus einer hellen Linie und einer an der brechbareren Kante derselben gelegenen Absorptionslinie bestanden. Bei der vielfachen, erfolgreichen Anwendung, welche das Doppler'sche Princip auf astronomische Probleme gerade in dieser Zeit gefunden hatte, lag es nahe, die relative Verschiebung der beiden Componenten durch entsprechende Bewegungen im Visionsradius zu deuten, und so basiren denn auch die sämmtlichen damals aufgestellten Hypothesen über die Natur der neuen Sterne auf der Anwendung des Doppler'schen Princips. Grosse Schwierigkeiten bereiteten aber hierbei die resultirenden ausserordentlich starken relativen Geschwindigkeiten im Visionsradius von 150 bis 200 geogr. Meilen, und die damals schon vorhandenen Bedenken, ob das Doppler'sche Princip zur Erklärung des Doppelspectrums der Nova Aurigae zulässig sei, wuchsen immer mehr an, als während mehrerer Monate keine merklichen Änderungen der relativen Lage der Doppellinien wahrgenommen werden konnten, besonders aber, als auch im Spectrum der Nova Normae (1893) die Componenten der auch im Spectrum dieses Sterns paarweise auftretenden hellen und dunklen Linien in demselben Sinne gegen einander verschoben waren wie bei der Nova Aurigae. Da nun weiter noch zwei andere Objecte, β Lyrae und *P* Cygni (die Nova von 1600), bei ersterem noch vermischt mit Linienverschiebungen, die sich mit Anwendung des Doppler'schen Princips auf Bahnbewegung zurückführen lassen, das typische Spectrum der neuen Sterne, ebenfalls mit der gleichen Lage der Componenten der Doppellinien, zeigten, erschien ein zufälliges Auftreten der Verschiebungen in dem glei-

chen Sinne höchst unwahrscheinlich, und es mussten nunmehr die Bemühungen darauf gerichtet werden, eine andere Erklärung für dieselben zu finden.

Über Änderungen der Wellenlängen der Spectrallinien, die nicht auf Bewegung zurückgeführt werden können, liegen Beobachtungen verschiedener Art vor. Zunächst treten bei den fluorescirenden Substanzen Änderungen der Wellenlängen auf, insofern die hellen Bänder meist weniger brechbar sind als die entsprechenden Absorptionsstreifen und sich bei verschiedener Concentration im Spectrum verschieben. Diess gilt als Regel nach E. WIEDEMANN und G. C. SCHMIDT[1] für alle Luminescenzerscheinungen, bei welchen die Lichtentwickelung bei niedriger Temperatur stattfindet.

Aber auch innerhalb des Gültigkeitsgebietes des KIRCHHOFF'schen Gesetzes lassen sich Doppelspectra durch Schichtung verschieden heisser Gasmassen erzeugen. Nach den bolometrischen Messungen PASCHEN's[2] verschieben sich die Emissionsbänder der Kohlensäure mit zunehmender Temperatur nach Roth. Befanden sich die heissen Gase zwischen dem Spalt des Spectroskops und einer Lichtquelle, welche ein continuirliches Spectrum von geringerer Intensität gab, so absorbirte die der Luft beigemischte kühlere Kohlensäure auf dem Wege vom Spalt zum Bolometer aus dem continuirlichen Spectrum einen Strahlencomplex, der an der brechbareren Kante des Emissionsbandes der erhitzten Kohlensäure lag.

Von besonderer Wichtigkeit für die physikalische Erklärung der Doppelspectra sind aber die Untersuchungen von W. J. HUMPHREYS und J. F. MOHLER[3], welche zuerst im optischen und ultravioletten Theil des Bogenspectrums der Metalle geringe Linienverschiebungen bemerkten, als sie den Druck in dem den Lichtbogen einschliessenden Behälter bis auf 12 Atmosphaeren steigerten. Die Linien wanderten mit wachsendem Druck stets nach dem weniger brechbaren Ende des Spectrums, und es ergab sich, dass der Betrag der Verschiebungen im allgemeinen dem Druck und der Wellenlänge der betreffenden Linie proportional war, aber für Linien verschiedener Metalle und für verschiedene Serien von Linien desselben Metalls variirte. Allerdings erreichte die Zunahme der Wellenlänge für 12 Atmosphaeren Druck bei den meisten Metallen

---

[1] Zur Mechanik des Leuchtens. WIED. Ann. N. F. 37. — Fluorescenz des Natrium- und Kaliumdampfes. WIED. Ann. N. F. 57. — Über Lichtemission organischer Substanzen in gasförmigem, flüssigem und festem Zustand. WIED. Ann. N. F. 56.

[2] Über die Emission der Gase. WIED. Ann. N. F. 51. — Bolometrische Arbeiten. WIED. Ann. N. F. 53.

[3] Effect of pressure on the wave-lengths of lines in the arc-spectra of certain elements. Astrophysical Journal Vol. III, IV, V, VI.

kaum 0.005 $\mu\mu$, so dass die Anwendung sehr kräftiger Zerstreuung zur Feststellung einer so geringen Verschiebung erforderlich war.

Grössere Verschiebungen, gleichfalls im Sinne der wachsenden Wellenlängen, fanden Eder und Valenta[1] im Spectrum des Argons und Schwefels bei Erhöhung des Drucks und bei Anwendung des Flaschenfunkens. Die Verschiebungen der Schwefellinien betrugen hier etwa 0.05 $\mu\mu$, diejenigen der Argonlinien erreichten in einzelnen Fällen sogar 0.1 $\mu\mu$ und waren mit starker Verbreiterung und Verwaschenheit verbunden.

Ebert[2] führte die kleinen Linienverschiebungen (durchschnittlich 0.04 $\mu\mu$), welche er im Flammenspectrum leicht flüchtiger Metallsalze bei Vermehrung der Dampfmenge beobachtete, auf unsymmetrische Verbreiterung der Linien nach dem rothen Ende des Spectrums zurück. Ebenso bemerkte Gouy[3] Verschiebungen bestimmter Linien im Spectrum des Natriums und Schwefels, welche er im elektrischen Bogen verdampfte. Indessen wird man auch hier die Möglichkeit einer Drucksteigerung in Folge heftiger Verdampfung nicht ausschliessen können.

Durch die zuletzt angeführten Beobachtungen ist die Richtung, in welcher die Versuche zur Erzeugung von Linienverschiebungen ohne Bewegung im Visionsradius und eventuell zur Herstellung von Doppelspectren sich zu bewegen haben, angegeben; es handelt sich aber nun darum, die Grösse der Verschiebung zu steigern, so dass sie von gleicher Ordnung wird wie diejenige in dem Doppelspectrum der Nova Aurigae, bei welchem die relative Verschiebung der hellen und dunklen Linien 1 $\mu\mu$ bis 2 $\mu\mu$ betrug.[4]

Nach den Beobachtungen von Humphreys und Mohler muss sich diess durch fortgesetzte Drucksteigerung bis auf einige Hundert Atmosphaeren erreichen lassen. Um die mit einer so bedeutenden Drucksteigerung verbundenen experimentellen Schwierigkeiten zu umgehen, kam ich auf den Gedanken, die Spectra von Funkenentladungen in Flüssigkeiten zu untersuchen, da bekanntlich in diesem Falle sehr starke Spannungen auftreten.

Bereits Masson[5] hat die Spectra der Flaschenentladung und des Lichtbogens in verschiedenen Flüssigkeiten untersucht, doch nur im Bogenspectrum bei Anwendung metallischer Elektroden helle Linien

---

[1] Spectralanalytische Untersuchung des Argons. Die Spectren des Schwefels. Denkschriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien LXIV, LXVII.

[2] Die Methode der hohen Interferenzen in ihrer Verwendbarkeit für Zwecke der quantitativen Spectralanalyse. Wied. Ann. N. F. 34.

[3] Sur l'élargissement des raies spectrales des métaux. Comptes Rendus 108.

[4] H. C. Vogel, Über den neuen Stern im Fuhrmann. Abhandlungen der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1893.

[5] Études de photométrie électrique. Ann. de chimie et de physique 31, 1851.

gefunden. Später haben PLANTÉ, RIGHI, SLOUGUINOFF u. A. die Lichterscheinungen, welche die Entladungen in Flüssigkeiten begleiten, beobachtet, ohne auf das Spectrum derselben einzugehen. Dagegen hat COLLEY[1] im Spectrum des Lichtbogens, welcher zwischen Platin- und Silberelektroden in Lösungen von Natrium- und Lithiumsalzen überging, ausser den Wasserstofflinien einige den letzteren Metallen eigenthümliche Linien und auch eine Reihe von Platinlinien gefunden. Ebenso haben LIVEING und DEWAR[2] im Spectrum der Funkenentladung in flüssigen Gasen und in Wasser von den Platinelektroden herrührende Linien beobachtet. Eine genauere Untersuchung der Linien nach Lage und Aussehen ist jedoch bisher nicht ausgeführt worden.

Bei meinen Versuchen bediente ich mich eines grösseren Inductoriums, in dessen secundäre Leitung ausser der Batterie eine Funkenstrecke vor den Elektroden in bekannter Weise eingeschaltet war. Beim Übergang jedes Funkens zeigte sich dann zwischen den Elektroden im Wasser eine blendend helle Entladung, welche ein sehr intensives, von matten Linien durchzogenes, continuirliches Spectrum gab. Da die directe Messung der Linien durch die Helligkeit des continuirlichen Hintergrundes und durch das von der Unregelmässigkeit der Entladungen herrührende Flattern des Spectrums erschwert wurde, so habe ich mit Hülfe eines Spectrographen die Entladungsspectra in Wasser und Luft auf derselben Platte aufgenommen, so dass eine bequeme und sichere Bestimmung der relativen Lage der Liniensysteme beider Spectra möglich wurde. Die Länge des prismatischen Spectrums zwischen 480 $\mu\mu$ und 360 $\mu\mu$ betrug etwa 50^{mm}, und es konnten die Wellenlängen bei schärfer begrenzten Linien bis auf wenige Tausendstel $\mu\mu$ sicher bestimmt werden. Ausserdem hatten die HH. Prof. LOHSE und Dr. HARTMANN die Gefälligkeit, mit einem stärker zerstreuenden Gitterspectrographen und mit einem grösseren Prismenspectrographen einige Aufnahmen zu machen.

Ich habe die Spectra von Eisen, Nickel, Platin, Kupfer, Zinn, Zink, Kadmium, Blei und Silber bei Entladung in Wasser untersucht. Im Spectrum des Eisens treten zahlreiche, aus einer hellen und einer dunklen Linie bestehende Linienpaare auf, deren helle Componenten beträchtlich nach dem weniger brechbaren Ende des Spectrums verschoben sind, während die Absorptionslinien nur in einzelnen Fällen eine merkliche Verschiebung nach Roth erleiden. In einigen der hellen Linien lassen sich auch feine Intensitätsmaxima erkennen. Ausserdem finden sich noch alleinstehende helle Linien, welche gleichfalls merklich nach Roth

---

[1] Journal de Physique, Série I, Tome IX.

[2] Preliminary Note on the spectrum of the electric discharge in liquid Oxygen, Air, and Nitrogen. Phil. Magazine Vol. 38, 1894.

verschoben sind. Die Linien sind ziemlich matt und sind an der weniger brechbaren Kante unscharf.

In Columne 1 der folgenden Tabelle findet man die Wellenlängen der Linien, deren Verschiebung gemessen ist; in Columne 2 bezeichnen E und A Emissions- und Absorptionslinien, in den folgenden Columnen sind die auf verschiedenen Platten gemessenen Verschiebungen selbst angegeben; es bedeutet + Verschiebung nach Roth, — nach Violett; die letzte Columne enthält Bemerkungen über das Aussehen der Linien.

Eisen.

Kayser und Runge	Bez. d. Lin.	Pl. 1	Pl. 2	Pl. 3	Bemerkungen
μμ		μμ	μμ	μμ	
373.727	A	+0.003			
	E	+0.112			
374.961	A	−0.009			
	E	+0.081			
376.566	E	+0.013			
376.731	A	−0.005			
	E	+0.017			
379.765	E	+0.017	+0.028		
381.312	A	−0.020			
	E	+0.007			
381.597	A	−0.007	−0.022		
	E	+0.051	+0.112		sehr deutlich
382.056	A	−0.020		+0.010	
	E	+0.093		+0.090	sehr deutlich
382.796	A	−0.010	−0.016	0.000	
	E	+0.092	+0.106	+0.076	
383.437	A	−0.007			
	E	+0.036			
384.119	A	−0.008		0.000	
	E	+0.043	+0.058	+0.054	deutlich
384.340	E	0.000	0.000	+0.008	
384.696	E	+0.024			
385.011	E	+0.032			
386.003	A	−0.007			
	E	+0.095			
386.565	E	+0.032			
388.863	E	+0.040		+0.038	
390.306	E	+0.034			
407.179	A			+0.011	gut begrenzt, deutlich verschoben
410.758	E			+0.020	
410.988	E			+0.022	
411.862	E			+0.022	sehr deutlich, gut begrenzt
413.215	E			+0.033	
418.185	E			+0.022	matt, aber deutlich
419.919	E			+0.016	matt, aber deutlich
426.064	E	+0.100			sehr deutlich
427.130	A	−0.005			

Kayser und Runge	Bez. d. Lin.	Pl. 1	Pl. 2	Pl. 3	Bemerkungen
μμ		μμ	μμ	μμ	
427.193	*E*	+0.076			gut begrenztes Intensitätsmaximum
430.796	*A*	−0.005			
	E	+0.112			gut begrenztes Intensitätsmaximum
438.370	*A*	0.000			
	E	+0.133			

Nickel.

Hasselberg	Bez. d. Lin.	Pl. 1	Pl. 2	Bemerkungen
μμ		μμ	μμ	
380.730	*A*	+0.001	−0.006	matt
	E	+0.036	+0.043	
385.840	*A*	+0.001	−0.007	sehr deutlich
	E	+0.039	+0.038	Kanten eines kräftigen, nach Roth ver-
		+0.209	+0.170	waschenen Bandes
440.170	*E*	+0.019	0.000	Kanten eines verwaschenen Bandes
		+0.408	+0.353	
445.921	*E*	+0.019		Kanten eines gut begrenzten Bandes
		+0.582		

Kupfer.

Kayser und Runge	Bez. d. Lin.	Pl. 1	Bemerkungen
μμ		μμ	
427.532	*E*	−0.005	Kanten eines auf beiden Seiten gut be-
		+0.383	grenzten kräftigen Bandes
437.840	*E*	−0.010	Kanten eines auf beiden Seiten gut be-
		+0.294	grenzten kräftigen Bandes
453.998	*E*	−0.043	Kanten ziemlich matt, nach Violett schärfer
		+0.510	begrenzt
458.719	*E*	−0.044	Kanten nach Violett schärfer begrenzt
		+0.501	
465.131	*E*	−0.001	Kanten eines auf beiden Seiten gut be-
		+0.393	grenzten Bandes

Zink.

Kayser und Runge	Bez. d. Lin.	Pl. 1	Bemerkungen
μμ		μμ	
468.038	*E*	+0.064	Kanten eines hellen, nach Violett schärfer
		+0.731	begrenzten Bandes
472.226	*E*	+0.143	Kanten eines nach Violett scharf begrenzten,
		+1.320	nach Roth sehr verwaschenen Bandes
481.071	*A*	−0.005	Kanten einer kräftigen Absorptionslinie
		+0.171	
	E	+0.171	Kanten eines hellen, nach Roth verwasche-
		+0.808	nen Bandes

Zinn.

Kayser und Runge	Bez. d. Lin.	Pl. 1	Pl. 2	Bemerkungen
μμ		μμ	μμ	
380.116	*A*	−0.007	+0.001	gut begrenzt
	E	+0.050	+0.093	Kanten eines sehr matten Bandes
		+0.552	+0.414	
452.492	*E*	−0.026	−0.010	sehr mattes, unscharfes Band
		+0.484	+0.578	

Kadmium.

Kayser und Runge	Bez. d. Lin.	Pl. 1	Pl. 2	Bemerkungen
μμ		μμ	μμ	
441.323	*E*	−0.140	−0.099	Kanten eines verwaschenen Bandes
		+0.117	+0.088	
467.837	*E*	−0.010	−0.010	Kanten eines nach Violett scharf begrenzten, nach Roth verwaschenen Bandes
		+0.819	+1.101	
480.009	*E*	+0.152	+0.149	Kanten eines nach Violett scharf begrenzten, nach Roth verwaschenen Bandes
		+0.840	+0.817	

Am grössten ist die Zunahme der Wellenlänge bei den Linien, welche auf der violetten Seite von Absorptionslinien begrenzt werden. Doch gibt hier die Messung wahrscheinlich zu grosse Beträge für die Verschiebung.[1] Denn wenn in der Umgebung der Elektroden zwei Dampfschichten vorhanden sind, von denen die innere und heissere verbreiterte und verschobene Linien liefert, während die äussere kühlere ein normales Spectrum mit schmalen Linien gibt, so muss der nach Violett gelegene Theil der hellen Linien durch die Absorption der kühleren Dämpfe vernichtet werden, und nur der durch Verbreiterung entstandene Theil auf der weniger brechbaren Seite der Absorptionslinie bleibt übrig. Man erhält daher bei Einstellung auf die Mitte der hellen Linien nothwendig eine zu grosse Verschiebung. Die directe Beobachtung zeigt aber, dass häufig je nach der Intensität der Entladung und der Dampfentwickelung an den Elektroden Emissions- und Absorptionsspectra mit einander wechseln, so dass sich im Bilde beide Spectra über einander legen.

Im Spectrum des Nickels tritt bei λ 385.840 μμ eine sehr deutliche Doppellinie auf. Die hellen Linien sind breiter und stärker nach Roth verschoben als im Eisenspectrum.

---

[1] Vergl. J. M. Eder und E. Valenta, Über das Funkenspectrum des Calciums und Lithiums und seine Verbreiterungs- und Umkehrungserscheinungen. Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften LXVII. Wien 1898, S. 8.

Das Spectrum der Entladung zwischen Platinelektroden in Wasser lässt ausser einer geringen Verwaschenheit kaum merkliche Linienverschiebungen erkennen.

Dagegen bilden die hellen Linien im Spectrum des Kupfers breite Bänder; bei Zinn, Zink und Kadmium gewinnen die Bänder noch an Ausdehnung, und ihre Verschiebung ist so beträchtlich, dass sie leicht ohne Vergrösserung wahrgenommen werden kann. Besonders hervorzuheben ist, dass auch die brechbarere Kante einzelner Bänder so stark nach Roth verschoben ist, dass sie ganz ausserhalb der entsprechenden Linie im normalen Spectrum liegt. Zuweilen treten in den hellen Bändern schmale Intensitätsmaxima auf. Die Bänder sind nach Violett scharf begrenzt, nach Roth mehr oder weniger verwaschen. Doch ist auch auf der weniger brechbaren Seite besonders bei den Bändern des Kupferspectrums eine deutliche Begrenzung vorhanden, wo die Intensität des sonst gleichmässig hellen Bandes rasch abfällt. Scharf begrenzte Absorptionslinien, wie bei Eisen und Nickel, sind in dem untersuchten Theile des Spectrums von Kupfer und Kadmium nicht vorhanden; im Zinkspectrum findet sich dagegen eine merklich nach Roth verschobene kräftige Absorptionslinie. Bemerkenswerth ist, dass die starke Linie λ 441.323 $\mu\mu$ im Spectrum des Kadmiums nicht verschoben, sondern nur symmetrisch verbreitert ist.

Von den feinen Linien des Silberspectrums lässt sich bei Entladung in Wasser nichts erkennen; das Spectrum ist vollkommen continuirlich.

Im Spectrum des Magnesiums erscheinen an Stelle des Triplets

$$\lambda\ 382.951\ \mu\mu \qquad \lambda\ 383.246\ \mu\mu \qquad \lambda\ 383.844\ \mu\mu$$

sehr verwaschene, nicht merklich verschobene Absorptionslinien; bei λ 448.14 $\mu\mu$ ist ohne Anwendung von Vergrösserung auf einigen Aufnahmen ein ausserordentlich breites und verwaschenes Emissionsband zu erkennen, dessen Mitte indessen mit der entsprechenden Linie im normalen Spectrum zusammenfällt. Beim Magnesium habe ich auch den weniger brechbaren Theil des Spectrums untersucht. Die b-Linien erschienen bei directer Betrachtung des Spectrums zuweilen dunkel, zuweilen verschwanden sie vollständig und wurden durch ein sehr breites und helles, nach Roth verwaschenes Band ersetzt, dessen nach Violett gelegene Kante brechbarer ist als b_4. Dieses Band, welches auch gleichzeitig mit den Absorptionslinien auftritt, ist auf den Spectrogrammen deutlich zu erkennen und dürfte, da es keine Spur von Auflösung in einzelne Linien zeigt, nicht mit den von LIVEING und DEWAR[1] in Gegenwart von Wasserstoff im Magnesiumspectrum bei

[1] Investigations on the spectrum of Magnesium. Proc. of the Royal Society XXXII, XLIV.

λ 518 $\mu\mu$ und λ 521 $\mu\mu$ beobachteten Bändern identisch sein, da letztere auflösbar und nach Violett abschattirt sind. Ausserdem fehlen auf den Aufnahmen die brechbareren Bänder des Magnesium-Wasserstoff-spectrums bei λ 480 $\mu\mu$ und λ 485 $\mu\mu$. Dagegen ist bei λ 521 $\mu\mu$ eine feine Absorptionslinie vorhanden, die mit der Kante eines Magnesium-Wasserstoffbandes zusammenfällt. Die Bänder des Magnesiumoxyds bei λ 499.56 $\mu\mu$ und λ 500.64 $\mu\mu$ sind schwach angedeutet.

Im Spectrum des Bleies ist bei λ 405.80 $\mu\mu$ eine breite, verwaschene Absorptionslinie sichtbar; bei λ 424.53 $\mu\mu$ und λ 438.64 $\mu\mu$ befinden sich ausserordentlich breite, matte und verwaschene helle Bänder, welche sich von dem Ort der Linie im normalen Spectrum nach Roth erstrecken.

Die Grösse der Verschiebung und Verbreiterung der Metalllinien ist bei verschiedenen Aufnahmen zwar von gleicher Ordnung, doch kommen merkliche Unterschiede vor, welche zum Theil auf verschiedene Dauer der Exposition und der Entwickelung der Platten zurückzuführen sind, wesentlich aber von der wechselnden Intensität der Entladungen abhängen dürften, die sich mit der Stromstärke und dem Abstande der Elektroden ändert.

Zur Entscheidung der Frage, welchen Einfluss die zwischen den Dampf- und Flüssigkeitstheilchen wirkenden molecularen Kräfte auf das Aussehen des Spectrums haben, ist die Vergleichung der Entladungen in verschiedenen Flüssigkeiten erforderlich. Ich habe nur die Spectra der Entladungen zwischen Eisenelektroden in Wasser und in Alkohol untersucht und keine merklichen Unterschiede gefunden; bei Anwendung von Ölen wurde die Flüssigkeit durch Zersetzung und Vermischung mit der Substanz der Elektroden rasch getrübt, so dass eine Aufnahme der Spectra ohne besondere Vorkehrungen nicht möglich war.

Die Vergleichung der Linienverschiebung bei den verschiedenen Metallen zeigt in Übereinstimmung mit den nachstehenden Messungen von Humphreys und Mohler, dass dieselben im Spectrum des Zinns, Zinks und besonders des Kadmiums beträchtlich grösser sind als bei Eisen und Platin.

Verschiebungen bei 12 Atmosphaeren Druck.[1]

Platin	0.0020 $\mu\mu$	Kupfer	0.0033 $\mu\mu$	Zink	0.0057 $\mu\mu$
Eisen	0.0025 »	Zinn	0.0055 »	Kadmium	0.0080 »
Nickel	0.0028 »				

Nimmt man mit Humphreys und Mohler Proportionalität zwischen Druck und Verschiebung an, so muss der Druck, welchen die bei

[1] Astrophysical Journal Vol. III S. 135.

der Entladung in Wasser verflüchtigten Gase erleiden, mehrere Hundert Atmosphaeren betragen.

In den auf die beschriebene Weise erzeugten Metallspectren kommen nun Linienverschiebungen und Doppellinien vor, welche denjenigen im Spectrum der Nova Aurigae in jeder Beziehung ähnlich sind. Auch im Sternspectrum war die Mitte der stark verbreiterten, nach Violett scharf begrenzten und nach Roth verwaschenen hellen Linien beträchtlich nach dem weniger brechbaren Ende des Spectrums verschoben. Zuweilen traten in den hellen Linien des Sternspectrums ziemlich scharfe Intensitätsmaxima auf, wie sie in einigen Fällen auch in den künstlichen Spectren beobachtet wurden. Man kann sich daher das Sternspectrum durch Überlagerung des Absorptionsspectrums, wie es geringem Dampfdruck entspricht, in der Weise entstanden denken, dass die dunkelen Linien durch die hellen, stark verbreiterten und verschobenen Linien theilweise aufgehellt wurden und dadurch eine scheinbare Verschiebung nach Violett erlitten.

Die Beobachtung, dass im Spectrum der Nova die Duplicität besonders bei den Wasserstofflinien deutlich hervortrat, steht nicht im Widerspruch mit der Annahme, dass die leuchtenden Gase in der Photosphaere unter beträchtlichem Druck standen, da sich aus einer grösseren Versuchsreihe, über welche ich an anderer Stelle eingehend berichten werde, ergab, dass das Wasserstoffspectrum nur dann mit zunehmendem Druck durch Linienverbreiterung continuirlich wird, wenn zugleich, wie es bei unveränderter Entfernung der Elektroden in Geissler'schen Röhren der Fall ist, Potential und Temperatur der Entladung zunimmt. Wenn aber bei genügender Verringerung des Abstandes der Elektroden der Inductionsstrom ohne Flasche durch die Röhre geht, so erscheint zwischen den Elektroden weisses Glimmlicht, welches noch bei atmosphaerischem Druck die Linien des Wasserstoffspectrums mit derselben Schärfe zeigt wie bei einem Druck von wenigen Millimetern. Die Annahme, dass die Wasserstofflinien bei Drucksteigerung ähnliche Verschiebungen erleiden wie die Metall- und Argonlinien, dürfte daher nicht unzulässig sein, und ich hoffe, in nächster Zeit darauf bezügliche Versuche anstellen zu können. Mit Rücksicht auf die Neigung der Wasserstofflinien, sich mit wachsendem Druck zu verbreitern, muss man aber annehmen, dass die Temperatur in der Photosphaere der Nova eine verhältnissmässig niedrige gewesen ist.

Bei der grossen Genauigkeit, welche gegenwärtig die Messung der Linienverschiebungen in Sternspectren zum Zweck der Bewegungsbestimmung erreicht hat, können die Änderungen der Wellenlängen durch Druck nicht mehr vernachlässigt werden. Bei der Vergleichung

der Wellenlängen des Rowland'schen Sonnenspectrums mit den Wellenlängen der entsprechenden Metalllinien hat Jewell[1] allerdings nur eine relative Verschiebung beider Systeme von 0.001 $\mu\mu$ bis 0.002 $\mu\mu$ gefunden, die einem Druck von wenigen Atmosphaeren entspricht, und es wird der Druck in der Photosphaere der Sterne im allgemeinen kaum höher anzunehmen sein. Sollen aber Grössen dieser Ordnung bei Messungen der Geschwindigkeit, deren Genauigkeit innerhalb eines Kilometers gelegen ist, berücksichtigt werden, so braucht nur der allein vom Druck in der Photosphaere abhängige Unterschied der Verschiebungen für zwei Linien bestimmt zu werden, deren Verschiebungen für eine Druckzunahme von einer Atmosphaere bekannt sind. Bezeichnen nämlich p den Druck, v und Ω die Geschwindigkeit des Sterns im Visionsradius und die Geschwindigkeit des Lichts, a_1 und a_2 zwei constante Grössen und l_1, l_2 die gemessenen Verschiebungen, so hat man:

$$pa_1 + \frac{\lambda_1 v}{\Omega} = l_1$$

$$pa_2 + \frac{\lambda_2 v}{\Omega} = l_2$$

also:

$$v = \Omega \frac{a_2 l_1 - a_1 l_2}{a_2 \lambda_1 - a_1 \lambda_2}.$$

Um die Geschwindigkeit v der Bewegung in der Richtung des Visionsradius berechnen zu können, braucht man daher nur das Verhältniss $\frac{a_1}{a_2}$ zu kennen. Dieses Verhältniss könnte für Linien verschiedener Metalle unmittelbar durch Messung der Verschiebungen bestimmt werden, welche die betreffenden Linien im Spectrum der Entladung in Flüssigkeiten erleiden, wenn man als Elektroden Legirungen der Metalle benutzt, da der Druck in diesem Falle wohl für beide Metalle gleich ist.

[1] The coincidence of solar and metallic lines. Astrophysical Journal III, 1896.

Ausgegeben am 18. Mai.

Berlin, gedruckt in de

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXIII und XXIV.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1897 . . . . ℳ 24.—

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . ℳ 4.50

» Mathematische Abhandlungen . . . . » 3.50

» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 14.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

Weinhold: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . ℳ 2.50

Erman: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50

Köhler: Gedächtnissrede auf Ernst Curtius . . . . » 0.80

Harnack: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. Jablonski an den Präsidenten G. W. Leibniz (1700—1715) . . . . » 6.—

Weinhold: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—

Virchow: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—

Dümmler: Gedächtnissrede auf Wilhelm Wattenbach . . . . » 1.—

Engelmann: Gedächtnissrede auf Emil du Bois-Reymond . . . . » 1.—

Dames: Gedächtnissrede auf Ernst Beyrich . . . . » 1.—

Kopsch: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . ℳ 1.50

Fränkel: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—

Kayser: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . » 2.50

Brenner: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . » 3.—

Richarz und Krigar-Menzel: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—

Schumann: Die Verbreitung der *Cactaceae* im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . » 5.50

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 . . . . ℳ 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . ℳ 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.



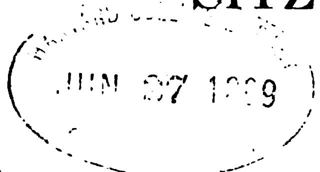
Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung	ℳ 1.—
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen	» 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung	» 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen	» 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente.	» 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen	» 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien	» 1.—
Weber: vedische Beiträge. VII.	» 1.—
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm	» 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX.	» 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter	» 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei	» 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos	» 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte	» 1.—
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären	» 1.—
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken	» 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine	» 0.50
Vogel: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius	» 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen	» 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums	» 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen	» 1.—
Ziebarth: neue attische Grenzsteine	» 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament	» 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus*	» 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X.	» 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI.	» 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos	» 1.—
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben	» 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert	» 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction	ℳ 0.50
Virchow: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung	» 0.50
Salomon: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard	» 0.50
Leiss: Index- und Strahlenflächen	» 0.50
Schwendener: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria*	» 0.50
Schwendener: über den Öffnungsmechanismus der Antheren	» 0.50
Rosenbusch: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen	» 0.50
Belck und Lehmann: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien	» 0.50
Lipschitz: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken	» 0.50
Hamburger: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung	» 0.50
Harnack: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese	» 1.—
Fuchs: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen	» 0.50
Schulze: zur Histologie der Hexactinelliden	» 0.50
Ludwig: Jugendformen von Ophiuren	» 1.—
Lüdeling: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen	» 0.50
Thilenius: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der *Hatteria punctata*	» 0.50
Waldeyer: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre	» 0.50
Vahlen: Bemerkungen zum Ennius	» 0.50
Kekule von Stradonitz: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen	» 0.50
von Bezold: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre	» 0.50
Joh. Schmidt: die elischen Verba auf -εω und der urgriechische Declinationsablaut der Nomina auf -ευς	» 0.50
Harnack: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28	» 0.50
Frobenius: über die Composition der Charaktere einer Gruppe	» 0.50
Klein: optische Studien I.	» 1.—
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII.	» 0.50
Lohmann: Auftrieb von Messina	» 1.—
Paschen: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen	» 0.50
Wilsing: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne	» 0.50

SITZUNGSBERICHTE



DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXV.

18. Mai 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.



1899.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE DER KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN.

18. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Planck überreicht die fünfte und letzte Mittheilung »über irreversibele Strahlungsvorgänge«.

Nach Einführung des Begriffs der natürlichen Strahlung wird das Princip der Vermehrung der Entropie für elektromagnetische Strahlungsvorgänge abgeleitet. Die Identificirung der elektromagnetischen mit der Clausius'schen thermodynamischen Entropie ergibt sodann eine elektromagnetische Definition der Temperatur, sowie das Gesetz der Energievertheilung im stationären Strahlungszustand, welches sich als identisch mit dem schon früher von W. Wien aufgestellten Gesetz erweist.

2. Hr. Brunner legt vor das im Auftrage der Akademie herausgegebene und von Hrn. Prof. Dr. Knod in Strassburg bearbeitete Werk »Deutsche Studenten in Bologna (1289–1562), Biographischer Index zu den Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis«, 1899.

3. Der Vorsitzende legte vor: Commentaria in Aristotelem graeca. Vol. 4, Pars 6. Ammonii in Aristotelis analyticorum priorum librum I commentarium ed. Maximilianus Wallies. Berolini 1899; ferner Inscriptiones graecae insularum maris Aegaei. Fasc. 2 ed. Guilelmus R. Paton. Berolini 1899; ferner F. Frhr. Hiller von Gaertringen, Thera. Untersuchungen, Vermessungen und Ausgrabungen in den Jahren 1895–1898. Bd. 1 nebst Karten. Berlin 1899. 4. und 2.

4. Die physikalisch-mathematische Classe hat bewilligt: Hrn. Engler zur Fortführung seiner Monographien africanischer Pflanzenfamilien 2500 Mark; demselben für die Vorarbeiten zu einer systematischen Übersicht der zur Zeit bekannten Pflanzenarten (Regni vegetabilis conspectus) 1500 Mark; zur Fortsetzung der von Hrn. Gerhardt in Halle a. S., correspondirendem Mitgliede der Akademie, begonnenen Herausgabe der Mathematischen Correspondenz Leibnizens 1000 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Leon Asher in Bern zu Untersuchungen über die Eigenschaften und die Entstehung der Lymphe 400 Mark; Hrn. Prof. Dr.

Max Bauer in Marburg zur geologisch-petrographischen Bearbeitung der hessischen Basalte 1000 Mark; Hrn. Dr. Johannes Böhm in Berlin zu Studien über die Gliederung der Kreideformation des nördlichen Harzrandes 800 Mark; Hrn. Prof. Dr. Bruno Hofer in München zu einer Reise nach Russland zum Zweck von Untersuchungen über die Krebspest 1000 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Rudolf Krause in Berlin zu Untersuchungen über den Bau des Centralnervensystems 500 Mark; Hrn. Optiker Karl Leiss in Steglitz zu krystalloptischen und spectrophotographischen Versuchen 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Friedrich Paschen in Hannover zu Versuchen über die Energie in den Spectren schwarzer Körper 500 Mark; Hrn. Schuldirector Dr. Richard Piersig in Annaberg (Sachsen) zur Erforschung der Hydrachniden-Fauna des Schwarzwaldes und der Bayerischen Alpen 500 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Bernhard Rawitz in Berlin zu einer Reise nach Norwegen zum Zweck von Forschungen über das Gehörorgan und das Centralnervensystem der Cetaceen 2000 Mark; Hrn. Dr. Friedrich Ristenpart in Kiel zur Fortführung der Vorarbeiten zu einem Thesaurus positionum stellarum fixarum 4700 Mark; Hrn. Prof. Dr. Adolf Schmidt in Gotha zur Fortführung seiner Bearbeitung des erdmagnetischen Beobachtungsmaterials 1500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Otto Taschenberg in Halle a. S. zur Sammlung von Nachträgen für seine »Bibliotheca zoologica« 800 Mark.

5. Die philosophisch-historische Classe hat für ihre eignen Unternehmungen bewilligt: 7200 Mark an Hrn. Diels zur Fortführung der Herausgabe der Commentaria in Aristotelem graeca; 3300 Mark an Hrn. Kirchhoff zur Fortführung der Sammlung der griechischen Inschriften; 6000 Mark an Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen; sie hat ferner zu neuen wissenschaftlichen Arbeiten bewilligt: Hrn. Dr. Wilhelm Crönert in Halle a. S. zu einem Aufenthalt in Neapel zum Zweck des Studiums der Herculanensischen Rollen 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Friedrich Kauffmann in Kiel zu einer Reise nach Italien und England zum Zweck von Handschriftenvergleichungen für die Herausgabe des »Opus imperfectum in Matthaeum« 1200 Mark; Hrn. Bibliothekar Dr. Gustaf Kossinna in Gross-Lichterfelde zu einer vorläufig auf Deutschland zu beschränkenden archaeologischen Forschungsreise 600 Mark; den HH. Dr. Karl Friedrich Lehmann in Berlin und Dr. Waldemar Belck aus Fürfurt a. L. zur Fortführung ihrer Forschungsreise durch Armenien 1000 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Friedrich Schwally in Strassburg i. E. zur Drucklegung seiner Bearbeitung des Kitāb al Maḥāsin val Masāwī des Ibrāhīm ibn Muḥammad al Baihaqī 3000 Mark.

Seine Majestät der Kaiser und König haben unter dem 3. Mai geruht, die Wahl des correspondirenden Mitgliedes der Akademie, ordentlichen Professors der Geographie an der hiesigen Universität, Geheimen Regierungsraths Dr. Ferdinand Freiherrn von Richthofen zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie zu bestätigen.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe, Hrn. Karl Immanuel Gerhardt in Halle a. S. am 5. Mai durch den Tod verloren.

Über irreversible Strahlungsvorgänge.

Von Max Planck.

Fünfte Mittheilung (Schluss).

Einleitung.

Die nachfolgende Abhandlung bildet den Abschluss der von mir in den letzten beiden Jahren unter dem obigen Titel der Akademie vorgelegten Mittheilungen.[1] Ich hatte diese Untersuchungen begonnen mit der Absicht, in den Process der Emission und Absorption von Wärmestrahlen und den dadurch bedingten Temperaturausgleich vom Standpunkt der elektromagnetischen Lichttheorie aus nähere Einblicke zu gewinnen. Zu diesem Zwecke entwickelte ich zunächst eine Theorie der Wechselwirkung beliebiger elektromagnetischer, im Vacuum fortschreitender Wellen und eines von diesen Wellen getroffenen, auf eine bestimmte Periode ansprechenden elementaren Resonators, dessen Dämpfung lediglich durch die von ihm ausgestrahlte Energie bewirkt wird. Hierzu genügt eine einfache Anwendung des Poynting'schen Satzes der Energieströmung.

Nimmt man weiter das elektromagnetische Feld rings durch vollkommen spiegelnde Wände begrenzt an, so hat man ein vollständig abgeschlossenes System, und die Vorgänge in diesem System sind durch den Anfangszustand für alle Zeiten bestimmt.

Um die Verhältnisse klarer zu übersehen, untersuchte ich zuerst den speciellen Fall, dass der spiegelnde Hohlraum kugelförmig ist und dass der Resonator sich im Mittelpunkt der Kugel befindet. Dann ist ein Vorgang möglich, bei dem sich concentrische Kugelwellen nach innen und aussen fortpflanzen; die entsprechenden Differentialgleichungen lassen sich in einfacher Weise integriren.

In dieser letzten Mittheilung nun behandele ich den allgemeineren Fall, dass beliebige elektromagnetische Wellen nach beliebigen Richtungen fortschreiten und dass der spiegelnde Hohlraum beliebig

[1] Diese Berichte, Sitzungen vom 4. Februar 1897, 8. Juli 1897, 16. December 1897 und 7. Juli 1898.

begrenzt ist. Eine allgemeine Integration der Differentialgleichungen ist zwar in diesem Falle, wo der Anfangszustand und die Grenzbedingungen sehr complicirt sein können, nicht auszuführen, wohl aber ergeben sich, und zwar in noch einfacherer und durchsichtigerer Weise als in der vorigen Mittheilung, die für die Irreversibilität des Strahlungsvorganges charakteristischen Sätze, vor allem der Ausdruck der Entropie des Systems. Auch lassen sich dieselben Resultate sogleich auf den Fall übertragen, dass nicht einer, sondern beliebig viele Resonatoren, allerdings in gehörigen Abständen von einander, im Felde vorhanden sind.

Durch eine Identificirung der so gefundenen elektromagnetischen mit der bekannten CLAUSIUS'schen thermodynamischen Entropie ergeben sich dann schliesslich die gesuchten Gesetze der Wärmestrahlung, darunter namentlich auch die elektromagnetische Definition der Temperatur, und das Gesetz der Energievertheilung im stationären Strahlungszustand (Strahlung des schwarzen Körpers).

Erster Abschnitt.

Emission und Absorption elektromagnetischer Strahlung durch einen Resonator.

§ 1. Schwingungen eines geradlinigen Resonators.

In einem von beliebigen elektromagnetischen Wellen durchzogenen Vacuum befinde sich ein geradliniger elektrischer Resonator, dessen Eigenperiode einer im Verhältniss zu seinen Lineardimensionen grossen Wellenlänge entspricht und dessen Schwingungen nur durch Ausstrahlung von Energie in den umgebenden Raum, nicht durch galvanischen Leitungswiderstand oder andere in seinem Innern wirksame, Energie consumirende Vorgänge gedämpft werden. Bezeichnet dann $f(t)$ das Moment des vom Resonator zur Zeit t dargestellten elektrischen Dipols, Z die in die Richtung des Resonators fallende Componente der Intensität des elektrischen Feldes, welches von den im Vacuum sich fortpflanzenden Wellen am Orte des Resonators gebildet wird, Beides gemessen im absoluten elektrostatischen Maass, so ist die Schwingung des Resonators bestimmt durch seinen Anfangszustand (für $t = 0$) und durch die folgende Differentialgleichung[1]:

$$\frac{d^2f}{dt^2} + 2\sigma\nu_0 \frac{df}{dt} + 4\pi^2\nu_0^2 f = \frac{3c^3\sigma}{4\pi^2\nu_0} Z \qquad (1)$$

[1] Diese Berichte, Sitzung vom 20. Februar 1896, S. 165 oder WIED. Ann. 60, S. 593, 1897.

c bedeutet hierbei die Lichtgeschwindigkeit im Vacuum, σ das logarithmische Decrement der Schwingungsamplituden, das nach den gemachten Voraussetzungen nothwendig klein ist, ν_0 die Schwingungszahl des Resonators (Anzahl der Schwingungen in der Zeiteinheit).

Die Energie U_0 des Resonators ist bestimmt durch die Gleichung:

$$U_0 = \tfrac{1}{2} K f^2 + \tfrac{1}{2} L \left(\frac{df}{dt}\right)^2 \tag{2}$$

wobei die Constanten[1]:

$$K = \frac{16\pi^4 \nu_0^3}{3c^3\sigma} \qquad L = \frac{4\pi^2 \nu_0}{3c^3\sigma} \tag{3}$$

Mit Einführung von U_0 lässt sich die Schwingungsgleichung (1) in folgender Form schreiben:

$$dU_0 = Z \cdot \frac{df}{dt} dt - \frac{8\pi^2 \nu_0^2}{3c^3} \left(\frac{df}{dt}\right)^2 dt \tag{4}$$

Das erste Glied rechts bezeichnet die in der Zeit dt vom Resonator aus der Umgebung absorbirte Energie, das zweite Glied die in derselben Zeit vom Resonator nach aussen emittirte Energie. Während diese letztere ein constantes Vorzeichen hat, wird, wie man sieht, die absorbirte Energie unter Umständen negativ, nämlich immer dann, wenn die »erregende Schwingung«, als welche wir Z kurz bezeichnen wollen, entgegengesetzt gerichtet ist dem im Resonator fliessenden elektrischen Strome, dessen Intensität durch $\frac{df}{dt}$ dargestellt wird. In diesem Falle wird also durch die »erregende Schwingung« dem Resonator Energie entzogen.

§ 2. Darstellung der erregenden Schwingung durch ein Fourier'sches Integral.

In jedem Falle lässt sich Z für ein beliebig grosses endliches Zeitintervall, etwa von $t = 0$ bis $t = T$, folgendermaassen schreiben:

$$Z = \int_0^\infty d\nu \cdot C_\nu \cos(2\pi\nu t - \vartheta_\nu), \tag{5}$$

wobei C_ν (positiv) und ϑ_ν gewisse Functionen der positiven Integrationsvariabeln ν bedeuten[2], deren Werthe übrigens durch das Verhalten der Grösse Z in dem genannten Zeitintervall bekanntlich noch nicht

---

[1] Diese Berichte, Sitzung vom 20. Februar 1896, S. 165 oder Wied. Ann. 60, S. 593, 1897.

[2] Die Einführung der »Frequenz« $n = 2\pi\nu$ statt der Schwingungszahl ν würde in diesem Abschnitt zu einer Vereinfachung, in den folgenden dagegen zu einer wesentlichen Complicirung der Ausdrücke führen.

bestimmt sind, sondern ausserdem noch von der Art abhängen, wie die Zeitfunction Z über jenes Intervall hinaus nach beiden Seiten fortgesetzt wird.

Wir wollen T so gross wählen, dass nicht nur $\nu_0 T$, sondern auch $\sigma\nu_0 T$ durch eine grosse Zahl ausgedrückt wird, und wollen im folgenden immer nur solche zwischen 0 und T gelegene Zeiten t betrachten, für welche $\sigma\nu_0 t$, und um so mehr $\nu_0 t$, grosse Werthe hat. Diese Festsetzung gewährt nämlich den Vortheil, dass wir dann von dem Anfangszustand des Resonators (für $t=0$) ganz absehen können, weil derselbe sich zur Zeit t nur mit einem Gliede von der Grössenordnung $e^{-\sigma\nu_0 t}$ geltend macht und daher dann keinen merklichen Einfluss auf den Zustand mehr ausübt.

§ 3. Berechnung der Resonatorschwingung.

Unter den gemachten Voraussetzungen ergibt sich für irgend eine erregende Schwingung (5) als allgemeine Lösung der Schwingungsgleichung (1), wie leicht zu verificiren:

$$f(t) = \frac{3c^3}{16\pi^3\nu_0^2}\int d\nu \cdot \frac{C_\nu}{\nu} \cdot \sin\gamma_\nu \cdot \cos(2\pi\nu t - \vartheta_\nu - \gamma_\nu),$$

wobei zur Abkürzung gesetzt ist:

$$\operatorname{ctg}\gamma_\nu = \frac{\nu_0^2-\nu^2}{\sigma\nu_0\nu}\cdot\pi.$$

Um γ_ν eindeutig zu machen, wollen wir noch festsetzen, dass γ_ν von 0 bis π wächst, wenn $\frac{\nu}{\nu_0}$ von kleinen zu grossen Werthen übergeht.

Da σ klein ist, so weicht $\sin\gamma_\nu$ nur dann merklich von Null ab, wenn $\frac{\nu}{\nu_0}$ nahezu $=1$, d. h. es tragen nur diejenigen Glieder des FOURIER-schen Integrals (5) merklich zur Resonanzerregung bei, deren Index ν der Eigenschwingung ν_0 des Resonators nahe liegt. Man kann daher einfacher schreiben:

$$\left.\begin{aligned} f(t) &= \frac{3c^3}{16\pi^3\nu_0^3}\int d\nu\, C_\nu \sin\gamma_\nu \cos(2\pi\nu t - \vartheta_\nu - \gamma_\nu) \\ \text{und:}\quad \operatorname{ctg}\gamma_\nu &= 2\pi\cdot\frac{\nu_0-\nu}{\sigma\nu_0}. \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

§ 4. Intensität der erregenden Schwingung.

Die »Intensität der erregenden Schwingung« J als Function der Zeit t definiren wir als den Mittelwerth von Z^2 in dem Zeitintervall von t bis $t+\tau$, wobei τ möglichst klein genommen ist gegen die Zeit T,

aber immer noch gross gegen die Zeit $\frac{1}{\nu_0}$, d. h. gegen die Zeitdauer einer Schwingung des Resonators. In dieser Festsetzung liegt eine gewisse Unbestimmtheit, welche bewirkt, dass im allgemeinen J nicht nur von t, sondern auch von τ abhängig bleiben wird. Wenn diess der Fall ist, kann man von einer Intensität der erregenden Schwingung überhaupt nicht reden; denn es gehört mit zum Begriff der Schwingungsintensität, dass ihr Betrag sich innerhalb der Zeitdauer einer einzelnen Schwingung nur unmerklich ändert. Daher wollen wir künftig nur solche Vorgänge in Betracht ziehen, bei denen unter den angegebenen Bedingungen ein nur von t abhängiger Mittelwerth von Z^2 existirt. Die später (§ 9) vorzunehmende weitere Beschränkung auf den Fall der »natürlichen Strahlung« wird zugleich auch die Erfüllung der hier als nothwendig erkannten Bedingung enthalten. Um ihr in mathematischer Hinsicht zu genügen, wollen wir zunächst annehmen, dass die Grössen C_ν in (5) für alle diejenigen Werthe von ν unmerklich klein sind, welche gegen ν_0 verschwinden, oder, anders ausgedrückt, dass in der erregenden Schwingung Z keine ganz langsamen Perioden von merklicher Amplitude enthalten sind.

Zur Berechnung von J bilden wir nun aus (5) den Werth von Z^2 und bestimmen den Mittelwerth $\overline{Z^2}$ dieser Grösse durch Integration nach t von t bis $t+\tau$, Division durch τ und Übergang zur Grenze durch gehörige Verkleinerung von τ. Es ergibt sich so zunächst:

$$Z^2 = \int_0^\infty\int_0^\infty d\nu' d\nu\, C_{\nu'} C_\nu \cos(2\pi\nu' t - \vartheta_{\nu'}) \cos(2\pi\nu t - \vartheta_\nu).$$

Vertauscht man die Werthe von ν und ν', so ändert sich die Function unter dem Integralzeichen nicht; daher setzen wir fest:

$$\nu' > \nu$$

und schreiben:

$$Z^2 = 2\iint d\nu' d\nu\, C_{\nu'} C_\nu \cos(2\pi\nu' t - \vartheta_{\nu'}) \cos(2\pi\nu t - \vartheta_\nu)$$

oder:

$$Z^2 = \iint d\nu' d\nu\, C_{\nu'} C_\nu \left\{\cos[2\pi(\nu'-\nu)t - \vartheta_{\nu'} + \vartheta_\nu] + \cos[2\pi(\nu'+\nu)t - \vartheta_{\nu'} - \vartheta_\nu]\right\}.$$

Folglich:

$$J = \overline{Z^2} = \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau} Z^2 dt$$

$$= \iint d\nu' d\nu\, C_{\nu'} C_\nu \left\{\frac{\sin\pi(\nu'-\nu)\tau\cdot\cos[\pi(\nu'-\nu)(2t+\tau) - \vartheta_{\nu'} + \vartheta_\nu]}{\pi(\nu'-\nu)\tau} + \frac{\sin\pi(\nu'+\nu)\tau\cdot\cos[\pi(\nu'+\nu)(2t+\tau) - \vartheta_{\nu'} - \vartheta_\nu]}{\pi(\nu'+\nu)\tau}\right\}.$$

Da nach der oben gemachten Voraussetzung alle diejenigen C_ν unmerklich klein sind, für welche ν gegen ν_0 verschwindet, so kann man

in dem vorstehenden Ausdruck ν, und um so mehr ν', als von gleicher oder höherer Grössenordnung wie ν_0 annehmen. Lassen wir nun τ immer kleiner werden, so ist vermöge der Bedingung, dass $\nu_0\tau$ gross bleibt, der Nenner $(\nu'+\nu)\tau$ des zweiten Bruches jedenfalls gross, während der des ersten Bruches, $(\nu'-\nu)\tau$, mit abnehmendem τ unter jeden endlichen Betrag herabsinken kann. Daher reducirt sich das Integra für genügend kleine Werthe von $\nu'-\nu$ auf:

$$\iint d\nu' d\nu\, C_{\nu'} C_\nu \cos\left[2\pi(\nu'-\nu)t - \vartheta_{\nu'} + \vartheta_\nu\right],$$

also unabhängig von τ. Die übrigen Glieder des Doppelintegrals, welche grösseren Werthen von $\nu'-\nu$, d. h. schnelleren Änderungen mit der Zeit entsprechen, hängen im allgemeinen von τ ab und müssen daher verschwinden, wenn die Intensität J nicht von τ abhängen soll. Daher ist in unserem Falle, wenn man noch

$$\mu = \nu' - \nu \quad (>0)$$

als zweite Integrationsvariable statt ν' einführt:

$$J = \iint d\mu\, d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \cos\left(2\pi\mu t - \vartheta_{\nu+\mu} + \vartheta_\nu\right) \tag{7}$$

oder:

$$J = \int d\mu \left(A_\mu \sin 2\pi\mu t + B_\mu \cos 2\pi\mu t\right),$$

wobei:

$$\left.\begin{aligned} A_\mu &= \int d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \sin\left(\vartheta_{\nu+\mu} - \vartheta_\nu\right) \\ B_\mu &= \int d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \cos\left(\vartheta_{\nu+\mu} - \vartheta_\nu\right). \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Hierdurch ist die Intensität J der erregenden Schwingung, falls sie überhaupt existirt, in der Form eines FOURIER'schen Integrals dargestellt.

§ 5. Schnell veränderliche und langsam veränderliche Grössen.

Schon in dem Begriff der Schwingungsintensität J liegt die Voraussetzung enthalten, dass diese Grösse mit der Zeit t viel langsamer variirt als die Schwingungsamplitude Z selber. Dasselbe folgt aus der Berechnung von J im vorigen Paragraphen. Denn dort ist für alle in Betracht kommenden Werthenpaare von C_ν und $C_{\nu'}$ $\nu\tau$ und $\nu'\tau$ gross, dagegen $(\nu'-\nu)\tau$ klein; folglich a fortiori

$$\frac{\nu'-\nu}{\nu} = \frac{\mu}{\nu} \text{ klein,} \tag{9}$$

und demgemäss sind die FOURIER'schen Integrale (5) und (8) in ganz verschiedener Weise mit der Zeit veränderlich. Wir werden daher

im folgenden in Bezug auf die Abhängigkeit von der Zeit zwei verschiedenartig veränderliche Arten von Grössen zu unterscheiden haben: schnell veränderliche Grössen, wie Z und das mit Z durch die Differentialgleichung (1) verbundene f, und langsam veränderliche Grössen, wie J und ebenso auch U_0, die Energie des Resonators, welche sich wegen der geringen Dämpfung ebenfalls nur langsam im Verhältniss gegen f ändert.[1] Doch ist dieser Unterschied in der zeitlichen Veränderlichkeit der genannten Grössen nur ein relativer, da der absolute Werth des Differentialquotienten von J nach der Zeit von der Grösse der Zeiteinheit abhängt und durch geeignete Wahl derselben beliebig gross gemacht werden kann. Man ist daher nicht berechtigt, $J(t)$ oder $U_0(t)$ schlechthin als langsam veränderliche Functionen von t zu bezeichnen. Wenn wir diese Ausdrucksweise der Kürze halber in der Folge dennoch anwenden, so geschieht das stets im relativen Sinne, nämlich mit Bezug auf das verschiedenartige Verhalten der Functionen $Z(t)$ oder $f(t)$.

Was nun aber die Abhängigkeit der Phasenconstante ϑ_ν von ihrem Index ν anbetrifft, so besitzt diese hier die Eigenschaft der schnellen Veränderlichkeit im absoluten Sinne. Denn obwohl μ klein ist gegen ν, ist doch die Differenz $\vartheta_{\nu+\mu} - \vartheta_\nu$ im allgemeinen nicht klein, weil sonst die Grössen A_μ und B_μ in (8) zu specielle Werthe erhalten würden, und daraus folgt, dass $\frac{\partial \vartheta_\nu}{\partial \nu} \cdot \nu$ durch eine grosse Zahl dargestellt wird. Hieran ändert auch ein Wechsel der Zeiteinheit oder eine Verlegung des Anfangspunktes der Zeit nichts Wesentliches.

Die schnelle Veränderlichkeit der Grössen ϑ_ν mit ν ist also eine im absoluten Sinne nothwendige Bedingung für die Existenz einer bestimmten Schwingungsintensität J, oder mit anderen Worten: für die Möglichkeit der Eintheilung der von der Zeit abhängigen Grössen in schnell veränderliche und in langsam veränderliche — einer Eintheilung, die auch in anderen physikalischen Theorien häufig gemacht wird und auf welche sich alle folgenden Untersuchungen gründen.

§ 6. Berechnung der Energie des Resonators.

Die im vorstehenden eingeführte Unterscheidung zwischen schnell veränderlichen und langsam veränderlichen Grössen ist in physikalischer Beziehung hier deshalb wichtig, weil wir im folgenden nur die langsame Abhängigkeit von der Zeit als direct messbar annehmen wollen. Damit nähern wir uns eben den in der Optik und in der Wärmestrahlung thatsächlich stattfindenden Verhältnissen. Unsere Aufgabe

[1] In der Akustik und Optik pflegt man bekanntlich diesen Unterschied durch die Worte »Schwingung« und »Schwebung« anzudeuten.



wird dann darin bestehen, Beziehungen ausschliesslich zwischen langsam veränderlichen Grössen aufzustellen; denn diese allein sind es, welche mit den Ergebnissen der Erfahrung verglichen werden können. Wir bestimmen daher nun zunächst die Werthe der wichtigsten hier in Betracht kommenden langsam veränderlichen Grössen, nämlich die Energie des Resonators und den Betrag der vom Resonator emittirten und absorbirten Energie.

Die Energie des Resonators, die in (2) gegeben ist, besteht aus zwei Theilen: der elektrischen Energie und der magnetischen Energie. Da wegen der kleinen Dämpfung der Mittelwerth dieser beiden Energiearten jedenfalls der nämliche ist, d. h.

$$K\overline{f^2} = L\overline{\left(\frac{df}{dt}\right)^2}, \tag{10}$$

so können wir auch schreiben:

$$U_0 = K\overline{f^2}, \tag{11}$$

indem wir mit $\overline{f^2}$ den Mittelwerth von f^2 in dem Zeitintervall von t bis $t+\tau$ (§ 4) bezeichnen. Dieser Mittelwerth berechnet sich nach (6) genau in der nämlichen Weise wie der von Z^2 in § 4, nur dass hier $\frac{3c^3}{16\pi^3\nu_0^3}C_\nu \sin\gamma_\nu$ statt C_ν und $\vartheta_\nu+\gamma_\nu$ statt ϑ_ν zu setzen ist. Wir erhalten daher analog (7), mit Rücksicht auf den Werth von K in (3):

$$U_0 = \frac{3c^3}{16\pi^2\sigma\nu_0^3}\iint d\mu\, d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \sin\gamma_{\nu+\mu} \sin\gamma_\nu \cos(2\pi\mu t - \vartheta_{\nu+\mu} + \vartheta_\nu - \gamma_{\nu+\mu} + \gamma_\nu). \tag{12}$$

Oder

$$U_0 = \int d\mu\,(a_\mu \sin 2\pi\mu t + b_\mu \cos 2\pi\mu t),$$

wobei:

$$\left.\begin{aligned} a_\mu &= \frac{3c^3}{16\pi^2\sigma\nu_0^3}\int d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \sin\gamma_{\nu+\mu}\sin\gamma_\nu \sin(\vartheta_{\nu+\mu} - \vartheta_\nu + \gamma_{\nu+\mu} - \gamma_\nu), \\ b_\mu &= \frac{3c^3}{16\pi^2\sigma\nu_0^3}\int d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \sin\gamma_{\nu+\mu}\sin\gamma_\nu \cos(\vartheta_{\nu+\mu} - \vartheta_\nu + \gamma_{\nu+\mu} - \gamma_\nu). \end{aligned}\right\} \tag{13}$$

Ebenso wie ϑ_ν so ist auch γ_ν, wie man aus (6) erkennt, im absoluten Sinne schnell veränderlich mit ν. Man darf daher, obwohl für alle in Betracht kommenden Werthe der C μ klein ist gegen ν, den Winkel $\gamma_{\nu+\mu}$ nicht etwa annähernd gleich γ_ν setzen, nämlich dann nicht, wenn μ von gleicher oder höherer Grössenordnung ist wie $\sigma\nu_0$.

§ 7. Berechnung der vom Resonator emittirten und absorbirten Energie.

Der Betrag der vom Resonator in der Zeit dt emittirten Energie, als einer »langsam veränderlichen« Grösse, ergibt sich direct aus der Gleichung (4) als:

$$\frac{8\pi^2\nu_0^2}{3c^3}\overline{\left(\frac{df}{dt}\right)^2}dt$$

oder nach (10), (11) und (3):

$$= \frac{8\pi^2\nu_0^2}{3c^3}\cdot\frac{K}{L}\cdot\overline{f^2}dt$$

$$= \frac{8\pi^2\nu_0^2}{3c^3}\cdot\frac{1}{L}\cdot U_0\cdot dt$$

$$= 2\sigma\nu_0 U_0 dt. \tag{14}$$

Die in einem Zeitelement vom Resonator emittirte Energie ist proportional der Energie des Resonators, ferner seiner Schwingungszahl und seinem logarithmischen Decrement.

Der Betrag der vom Resonator absorbirten Energie, als einer »langsam veränderlichen« Grösse, lässt sich aus (4) entweder berechnen durch die Bildung des Mittelwerthes von $Z\cdot\frac{df}{dt}$ mit Hülfe der bekannten Ausdrücke für Z und f, oder kürzer direct aus der soeben gefundenen Form jener Gleichung:

$$\overline{Z\cdot\frac{df}{dt}}dt = dU_0 + 2\sigma\nu_0 U_0 dt. \tag{15}$$

Setzt man für U_0 den in (13) gegebenen Werth, so ergibt sich für die in der Zeit dt vom Resonator absorbirte Energie der Werth:

$$\left.\begin{aligned} & dt\cdot\int d\mu\,(a'_\mu \sin 2\pi\mu t + b'_\mu \cos 2\pi\mu t), \\ & \text{wobei:} \\ & a'_\mu = 2\sigma\nu_0 a_\mu - 2\pi\mu b_\mu \\ & b'_\mu = 2\sigma\nu_0 b_\mu + 2\pi\mu a_\mu. \end{aligned}\right\} \tag{16}$$

Diese Grössen wollen wir nun mit der Intensität der erregenden Schwingung in eine allgemeine Beziehung bringen, wobei immer festzuhalten ist, dass das Verhältniss $\mu:\sigma\nu_0$ beliebig grosse und kleine Werthe annehmen kann.

§ 8. Spectrale Zerlegung der Intensität der erregenden Schwingung.

Von den bisher in unseren Gleichungen auftretenden Energiegrössen dürfen wir als direct messbar ansehen nur die Intensität J der erregenden Schwingung und die Energie U_0 des Resonators. Dieselben stehen aber im allgemeinen in keinem einfachen Zusammenhang mit einander, da die Energie des Resonators nicht allein von der Gesammtintensität J der erregenden Schwingung Z, sondern noch von specielleren Eigenthümlichkeiten dieser Schwingung abhängt. Man kann

nun offenbar die Eigenschaften einer bestimmten erregenden Schwingung Z dadurch weiter verfolgen, dass man die zu untersuchende Schwingung Z auf verschiedene Resonatoren wirken lässt und die Energie misst, welche ein jeder Resonator einzeln unter dem Einfluss derselben erregenden Schwingung Z annimmt. Es ist diess ganz die nämliche Methode, welche in der Akustik zur Analyse eines Klanges angewendet wird.

Hierauf gründen wir unsere Definition der in der Gesammtintensität J enthaltenen Intensität $\mathfrak{J}_\nu$ einer bestimmten Schwingungszahl ν. Wir setzen nämlich:

$$J = \int_0^\infty \mathfrak{J}_\nu d\nu \qquad (17)$$

und definiren $\mathfrak{J}_\nu$, eine »langsam veränderliche« Function der beiden Variabeln ν und t, durch die Energie, welche ein Resonator mit der Schwingungszahl ν unter dem Einfluss der erregenden Schwingung Z annimmt.

Hier ist aber sogleich noch ein wichtiger Punkt zu erledigen. Da nämlich die Energie eines von der Schwingung Z erregten Resonators nicht allein von seiner Eigenschwingung, sondern ausserdem auch von seiner Dämpfung abhängt, so ist noch auf eine geeignete Wahl der Dämpfungsconstanten des zur Messung der Intensität $\mathfrak{J}_\nu$ benutzten Resonators Rücksicht zu nehmen. Damit der Resonator auf eine bestimmte Schwingungszahl und nicht etwa auf ein endliches Intervall von Schwingungszahlen merklich reagirt, muss sein Dämpfungsdecrement klein sein. Es darf aber auch andererseits nicht allzu klein genommen werden; denn ein Resonator mit sehr kleiner Dämpfung braucht sehr lange Zeit zum Abklingen, und ein solcher Resonator würde den Zweck, durch sein Mitschwingen jederzeit eine gleichzeitige Eigenschaft der ihn erregenden, im allgemeinen mit der Zeit veränderlichen Schwingung anzugeben, nicht erfüllen, da seine Energie nicht von der gleichzeitigen Beschaffenheit, sondern zugleich auch von der Vorgeschichte der erregenden Schwingung abhängen würde. Die Energie des Resonators würde also nicht die Intensität $\mathfrak{J}_\nu$ selber, sondern einen gewissen, über einen grösseren Zeitraum erstreckten Mittelwerth dieser Grösse zum Ausdruck bringen.

Um diesen Umstand zu berücksichtigen, wählen wir das logarithmische Decrement ρ aller zur Analyse der erregenden Schwingung Z benutzten Resonatoren zwar klein gegen 1, machen aber doch $\rho\nu$ gross gegen alle μ, was stets möglich ist, da nach (9) μ klein ist gegen ν. Dann ist der Zustand eines analysirenden Resonators, z. B. desjenigen mit der Schwingungszahl ν_0, vollständig bestimmt durch

die gleichzeitige Beschaffenheit der erregenden Schwingung, und man kann sagen, dass der Resonator alle Intensitätsschwankungen der erregenden Schwingung momentan anzeigt. In der That ersieht man z. B. leicht aus (16), wenn man darin ρ statt σ setzt, dass die Glieder mit dem Factor μ gegen die Glieder mit dem Factor $\rho\nu_0$ verschwinden und dass dadurch die vom Resonator absorbirte Energie proportional wird seiner augenblicklichen Energie U_0, was nur dann möglich ist, wenn der Zustand des Resonators nur von der gleichzeitigen Beschaffenheit der erregenden Schwingung abhängt.

Unter den gemachten Voraussetzungen ist die in der Gesammtintensität J der erregenden Schwingung enthaltene Intensität der Schwingungszahl ν_0, die wir kurz mit $\mathfrak{J}_0$ bezeichnen wollen, nach (12) als Function der Zeit gegeben durch:

$$\mathfrak{J}_0 = \varkappa_0 \cdot \frac{3c^3}{16\pi^2\rho\nu_0^3}\iint d\mu\, d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \sin^2\delta_\nu \cos(2\pi\mu t - \vartheta_{\nu+\mu} + \vartheta_\nu).$$

Hier ist $\varkappa_0$ ein von ν_0 abhängiger, sogleich zu bestimmender Proportionalitätsfactor; der Winkel δ_ν geht aus γ_ν in (6) hervor, wenn man darin ρ statt σ setzt, also:

$$\operatorname{ctg}\delta_\nu = 2\pi \cdot \frac{\nu_0 - \nu}{\rho\nu_0}, \tag{18}$$

und $\delta_{\nu+\mu}$ ist $= \delta_\nu$ gesetzt, da μ klein ist gegen $\rho\nu_0$. Der Proportionalitätsfactor $\varkappa_0$ bestimmt sich aus der Bedingung (17). Schreibt man nämlich diese Bedingung nach (7) in der Form:

$$\iint d\mu\, d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \cos(2\pi\mu t - \vartheta_{\nu+\mu} + \vartheta_\nu) = \int_0^\infty \mathfrak{J}_0\, d\nu_0,$$

so folgt aus dem soeben für $\mathfrak{J}_0$ gefundenen Ausdruck, da μ und ν nicht von ν_0 abhängen:

$$1 = \int_0^\infty d\nu_0 \cdot \frac{3c^3\varkappa_0}{16\pi^2\rho\nu_0^3} \cdot \sin^2\delta_\nu,$$

oder nach (18):

$$\frac{16\pi^2}{3c^3} = \int_0^\infty d\nu_0 \cdot \frac{\varkappa_0}{\rho\nu_0^3} \cdot \frac{1}{1 + 4\pi^2 \cdot \frac{(\nu_0 - \nu)^2}{\rho^2\nu_0^2}}.$$

Da nun ρ klein ist gegen 1, so braucht man nur diejenigen Werthe der Function unter dem Integralzeichen zu berücksichtigen, für welche ν_0 nahe $= \nu$ ist, und erhält so:

$$\frac{16\pi^2}{3c^3} = \frac{\varkappa}{2\nu^2}$$

($\varkappa$ ist der Werth von $\varkappa_0$ für $\nu_0 = \nu$),
oder:

$$\varkappa_0 = \frac{32\pi^2\nu_0^2}{3c^3},$$

und daher die Intensität $\mathfrak{J}_0$ der Schwingungszahl ν_0:

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{J}_0 &= \int d\mu\,(\mathfrak{A}_\mu^0 \sin 2\pi\mu t + \mathfrak{B}_\mu^0 \cos 2\pi\mu t),\\ &\text{wobei:}\\ \mathfrak{A}_\mu^0 &= \frac{2}{\rho\nu_0}\int d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \sin^2\delta_\nu \sin(\vartheta_{\nu+\mu}-\vartheta_\nu),\\ \mathfrak{B}_\mu^0 &= \frac{2}{\rho\nu_0}\int d\nu\, C_{\nu+\mu} C_\nu \sin^2\delta_\nu \cos(\vartheta_{\nu+\mu}-\vartheta_\nu).\end{aligned}\right\} \quad (19)$$

Im allgemeinen werden die Werthe von $\mathfrak{A}_\mu^0$ und $\mathfrak{B}_\mu^0$ noch von ρ abhängig sein. In diesem Falle kann man von einer Intensität der Schwingungszahl ν_0 in bestimmtem Sinne gar nicht reden. Wir wollen nun für das Folgende die Voraussetzung machen, dass eine jede Schwingungszahl ν eine ganz bestimmte, mit der Zeit »langsam veränderliche« Schwingungsintensität $\mathfrak{J}_\nu$ besitzt, unabhängig von der zu ihrer Messung dienenden Grösse ρ. Dann ist zugleich auch die schon in § 4 eingeführte Bedingung erfüllt, dass eine Gesammtintensität $J = \int_0^\infty \mathfrak{J}_\nu d\nu$ der erregenden Schwingung Z existirt. Auf die Frage, weshalb und inwieweit diese Annahme, welche übrigens in der Wärme- und Lichtstrahlung bisher thatsächlich stets gemacht wurde, in der Natur gerechtfertigt ist, soll hier nicht näher eingegangen werden.

§ 9. Natürliche Strahlung.

Wir haben jetzt die erregende Schwingung Z, die zu den »schnell veränderlichen« und daher nicht direct messbaren Grössen gehört, so weit analysirt, dass wir ihre Gesammtintensität J zu jeder Zeit in eine Reihe von messbaren Grössen zerlegt haben: den Intensitäten $\mathfrak{J}_\nu$ der verschiedenen Schwingungszahlen ν. Weitere Mittel, um »langsam veränderliche« Eigenschaften von Z abzuleiten, besitzen wir nicht; die Methoden der Analyse sind also hiermit erschöpft. Was wir durch sie von der schnell veränderlichen Schwingung Z kennen gelernt haben, ist aber im Vergleich zu der in ihr noch enthaltenen Mannigfaltigkeit von Eigenschaften nur äusserst wenig. Die Functionen C_ν und ϑ_ν selber, in ihrer Abhängigkeit von ν, sind und bleiben uns innerhalb eines breiten Spielraums gänzlich unbekannt.

Stellen wir nun zunächst dasjenige zusammen, was wir durch Messung der Intensität $\mathfrak{J}_0$ der Schwingungszahl ν_0, als einer langsam veränderlichen Function der Zeit t, über die schnell veränderlichen Grössen C_ν und ϑ_ν erfahren können. Als messbar haben wir in (19) die Grössen $\mathfrak{A}_\mu^0$ und $\mathfrak{B}_\mu^0$ zu betrachten, für alle Werthe von μ. Setzen wir nun:

$$\left.\begin{array}{l} C_{\nu+\mu}\, C_\nu \sin(\vartheta_{\nu+\mu}-\vartheta_\nu) = \mathfrak{A}^0_\mu + \xi, \\ C_{\nu+\mu}\, C_\nu \cos(\vartheta_{\nu+\mu}-\vartheta_\nu) = \mathfrak{B}^0_\mu + \eta, \end{array}\right\} \qquad (20)$$

wobei ξ und η schnell veränderliche Functionen von ν und μ sind, so folgt aus (19):

$$\mathfrak{A}^0_\mu = \mathfrak{A}^0_\mu \cdot \frac{2}{\rho\nu_0} \cdot \int d\nu \, \sin^2 \delta_\nu + \frac{2}{\rho\nu_0}\int \xi \, \sin^2 \delta_\nu d\nu .$$

Nun ist mit Rücksicht auf (18):

$$\frac{2}{\rho\nu_0}\int \sin^2\delta_\nu \, d\nu = 1.$$

Folglich:

$$\int \xi \, \sin^2\delta_\nu \, d\nu = 0 .$$

Ebenso:

$$\int \eta \, \sin^2\delta_\nu \, d\nu = 0 .$$

Da $\sin \delta_\nu$ für alle Werthe von ν verschwindet, deren Verhältniss zu ν_0 nicht nahe $=1$ ist, so stellt die Grösse $\mathfrak{A}^0_\mu$ in (20) den langsam veränderlichen Mittelwerth der schnell veränderlichen Grösse $C_{\nu+\mu} C_\nu \sin(\vartheta_{\nu+\mu}-\vartheta_\nu)$ für ν nahe gleich ν_0 vor und ebenso $\mathfrak{B}^0_\mu$ den entsprechenden Mittelwerth der schnell veränderlichen Grösse $C_{\nu+\mu} C_\nu \cos(\vartheta_{\nu+\mu}-\vartheta_\nu)$.[1]

Kehren wir nun zu der Untersuchung des Resonators mit der Schwingungszahl ν_0 und dem Dämpfungsdecrement σ zurück, so ist zunächst von vorn herein einleuchtend, dass zur Berechnung des Einflusses, welchen die erregende Schwingung Z auf den Resonator ausübt, die Kenntniss der Mittelwerthe $\mathfrak{A}^0_\mu$ und $\mathfrak{B}^0_\mu$ im allgemeinen noch nicht genügt, sondern dass dazu die Grössen C_ν und ϑ_ν selber bekannt sein müssen. In der That ersieht man aus dem in (13) abgeleiteten Ausdruck der Energie U_0 des Resonators, dass diese erst dann genau berechnet werden kann, wenn man die Werthe von $C_{\nu+\mu} C_\nu \sin(\vartheta_{\nu+\mu}-\vartheta_\nu)$ und von $C_{\nu+\mu} C_\nu \cos(\vartheta_{\nu+\mu}-\vartheta_\nu)$ für jeden Werth von ν anzugeben vermag, für den $\nu : \nu_0$ nahe $=1$ ist. Mit anderen Worten: die in der erregenden Schwingung enthaltene Intensität $\mathfrak{J}_0$ der Schwingungszahl ν_0, auch wenn sie für alle Zeiten bekannt ist, bestimmt im allgemeinen noch nicht die Energie U_0 des von der Schwingung getroffenen Resonators.

Somit bleibt nichts anderes übrig, als entweder auf die Constatirung eines allgemeinen Zusammenhangs der Grössen U_0 und $\mathfrak{J}_0$ über-

---

[1] Man könnte die Intensität $\mathfrak{J}_\nu$ einer bestimmten Schwingungszahl ν auch durch die genannten Mittelwerthe definiren, indem man das für die Gesammtintensität J aufgestellte Integral (7) einfach nach Maassgabe von (17) zerlegt und daraus die Werthe der $\mathfrak{A}_\mu$ und $\mathfrak{B}_\mu$ ableitet. Dann geht aber die hier benutzte physikalische Bedeutung der Definition verloren.



haupt zu verzichten, was aber den Ergebnissen aller Erfahrung zuwiderlaufen würde, oder mittels einer neu einzuführenden Hypothese die vorhandene Kluft zu überbrücken. Die physikalischen Thatsachen entscheiden für die zweite Alternative.

Die Hypothese, welche wir jetzt als die nächstliegende und wohl einzig mögliche einführen und für alles Folgende beibehalten wollen, besteht in der Annahme, dass bei der Berechnung von U_0 aus der Gleichung (13) in den Integralen, welche die Werthe der Coefficienten a_μ und b_μ angeben, für die schnell veränderlichen Grössen $C_{\nu+\mu} C_\nu \sin(\vartheta_{\nu+\mu} - \vartheta_\nu)$ und $C_{\nu+\mu} C_\nu \cos(\vartheta_{\nu+\mu} - \vartheta_\nu)$ — die einzigen von C_ν und ϑ_ν abhängigen Grössen, die in diesen Integralen vorkommen — ohne merklichen Fehler ihre langsam veränderlichen Mittelwerthe $\mathfrak{A}_\mu^0$ und $\mathfrak{B}_\mu^0$ gesetzt werden können. Damit erhält dann die Aufgabe, U_0 aus $\mathfrak{J}_0$ zu berechnen, eine ganz bestimmte, durch Messungen zu verificirende Lösung. Um aber auszudrücken, dass die hier abzuleitenden Gesetze nicht für jede Art Schwingungen, sondern nur mit Ausschliessung gewisser besonderer Einzelfälle gelten, wollen wir jede Art Strahlung, auf welche die hier eingeführte Hypothese passt, als »natürliche« Strahlung bezeichnen. Dieser Name empfiehlt sich deshalb, weil, wie sich im dritten Abschnitt zeigen wird, der Licht- und Wärmestrahlung thatsächlich die Eigenschaften der »natürlichen« Strahlung zukommen.

Man kann den Begriff der natürlichen Strahlung noch anschaulicher, aber weniger direct, als oben geschehen, auch dahin fassen, dass bei ihr die Abweichungen der unmessbaren schnell veränderlichen Grössen $C_{\nu+\mu} C_\nu \sin(\vartheta_{\nu+\mu} - \vartheta_\nu)$ u. s. w. von ihren messbaren langsam veränderlichen Mittelwerthen $\mathfrak{A}_\mu^0$ u. s. w. klein und unregelmässig sind.

§ 10. Fundamentalgleichung der entwickelten Theorie.

Gemäss der im vorigen Paragraphen eingeführten Hypothese ergibt sich aus der Gleichung (13)

$$a_\mu = \frac{3c^3}{16\pi^2 \sigma \nu_0^3} \int d\nu \sin\gamma_{\nu+\mu} \sin\gamma_\nu \left(\mathfrak{A}_\mu^0 \cos(\gamma_{\nu+\mu} - \gamma_\nu) + \mathfrak{B}_\mu^0 \sin(\gamma_{\nu+\mu} - \gamma_\nu)\right),$$

$$b_\mu = \frac{3c^3}{16\pi^2 \sigma \nu_0^3} \int d\nu \sin\gamma_{\nu+\mu} \sin\gamma_\nu \left(\mathfrak{B}_\mu^0 \cos(\gamma_{\nu+\mu} - \gamma_\nu) - \mathfrak{A}_\mu^0 \sin(\gamma_{\nu+\mu} - \gamma_\nu)\right),$$

oder:

$$a_\mu = \frac{3c^3}{16\pi^2 \sigma \nu_0^3} (\mathfrak{A}_\mu^0 \alpha + \mathfrak{B}_\mu^0 \beta),$$

$$b_\mu = \frac{3c^3}{16\pi^2 \sigma \nu_0^3} (\mathfrak{B}_\mu^0 \alpha - \mathfrak{A}_\mu^0 \beta),$$

wobei:

$$\alpha = \int_0^\infty d\nu \sin\gamma_{\nu+\mu} \sin\gamma_\nu \cos(\gamma_{\nu+\mu} - \gamma_\nu),$$

$$\beta = \int_0^\infty d\nu \sin\gamma_{\nu+\mu} \sin\gamma_\nu \sin(\gamma_{\nu+\mu} - \gamma_\nu).$$

Nun ergibt sich mit Berücksichtigung der in (6) gegebenen Werthe von $\operatorname{ctg}\gamma_\nu$ und $\operatorname{ctg}\gamma_{\nu+\mu}$ durch elementare Rechnungen:

$$\alpha = \frac{\sigma\nu_0}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\pi^2\mu^2}{\sigma^2\nu_0^2}},$$

$$\beta = \frac{\pi\mu}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\pi^2\mu^2}{\sigma^2\nu_0^2}}.$$

Folglich, wenn man daraus a_μ und b_μ berechnet und die so erhaltenen Werthe in (16) einsetzt:

$$a'_\mu = \frac{3c^3\sigma}{16\pi^2\nu_0} \mathfrak{A}^0_\mu,$$

$$b'_\mu = \frac{3c^3\sigma}{16\pi^2\nu_0} \mathfrak{B}^0_\mu.$$

Die in der Zeit dt vom Resonator absorbirte Energie ist also nach (16):

$$dt \cdot \frac{3c^3\sigma}{16\pi^2\nu_0} \cdot \int d\mu (\mathfrak{A}^0_\mu \sin 2\pi\mu t + \mathfrak{B}^0_\mu \cos 2\pi\mu t),$$

oder nach (19):

$$= dt \cdot \frac{3c^3\sigma}{16\pi^2\nu_0} \cdot \mathfrak{J}_0. \tag{21}$$

Die in einem Zeitelement vom Resonator absorbirte Energie ist proportional der in der erregenden Schwingung enthaltenen Intensität seiner Eigenperiode, ferner seinem logarithmischen Decrement und dem Cubus der Lichtgeschwindigkeit, und umgekehrt proportional der Schwingungszahl.

Bei der natürlichen Strahlung wird also stets positive Energie absorbirt, was gewöhnlich als selbstverständlich vorausgesetzt wird, aber doch im allgemeinen, wie schon in der zu (4) gemachten Bemerkung betont wurde, nicht der Fall zu sein braucht.

Durch Substitution des Werthes der absorbirten Energie in (15) erhält man schliesslich die Fundamentalgleichung der entwickelten Theorie:

$$dt \cdot \frac{3c^3\sigma}{16\pi^2\nu_0} \cdot \mathfrak{J}_0 = dU_0 + 2\sigma\nu_0 U_0 dt$$

oder:

$$\frac{dU_0}{dt} + 2\sigma\nu_0 U_0 = \frac{3c^3\sigma}{16\pi^2\nu_0}\mathfrak{J}_0. \qquad (22)$$

Diese Differentialgleichung kann zur Berechnung der Energie U_0 des Resonators benutzt werden, wenn die seiner Schwingungszahl entsprechende Intensität $\mathfrak{J}_0$ der erregenden Schwingung als Function der Zeit gegeben ist. Da die Functionen $U_0(t)$ und $\mathfrak{J}_0(t)$ hier nicht mehr durch FOURIER'sche Integrale dargestellt zu werden brauchen, so können wir von jetzt ab auch die früher in § 2 eingeführte Beschränkung in Bezug auf das betrachtete Zeitintervall wieder aufheben und diese und die folgenden Gleichungen als für alle positiven und negativen Zeiten gültig ansehen.

Die allgemeine Lösung der Differentialgleichung ist:

$$U_0 = \frac{3c^3\sigma}{16\pi^2\nu_0}\int_{-\infty}^{t}\mathfrak{J}_0(x)\,e^{2\sigma\nu_0(x-t)}\,dx.$$

Für constantes $\mathfrak{J}_0$ hat man:

$$U_0 = \frac{3c^3}{32\pi^2\nu_0^2}\mathfrak{J}_0.$$

Bei constanter Bestrahlung ist die Energie des Resonators proportional der in der erregenden Schwingung enthaltenen Intensität seiner Schwingungszahl, ferner dem Cubus der Lichtgeschwindigkeit, und umgekehrt proportional dem Quadrat der Schwingungszahl, aber unabhängig von der Dämpfung.

Nachdem wir so die Abhängigkeit der Energie des Resonators von der Intensität der erregenden Schwingung festgestellt haben, wird es unsere nächste Aufgabe sein, die letztere Grösse in Zusammenhang zu bringen mit der im umgebenden Felde stattfindenden Energiestrahlung. Diess geschieht nach bekannten Methoden im nächsten Abschnitt und führt zur Formulirung der Gesetze der Energie und der Entropie.

Zweiter Abschnitt.

Erhaltung der Energie und Vermehrung der Entropie.

Indem wir jetzt zur Untersuchung der Vorgänge in dem den Resonator umgebenden elektromagnetischen Felde übergehen, wollen wir überall im folgenden von dem im vorigen Abschnitt abgeleiteten Resultate Gebrauch machen, selbstverständlich unter der Voraussetzung, dass dabei überall und zu allen Zeiten die Bedingungen der natürlichen

Strahlung erfüllt sind. Dementsprechend brauchen wir künftig nie mehr mit Amplituden und Phasen zu rechnen, sondern stets nur mit Intensitäten und Energien, d. h. mit »langsam veränderlichen« (im Sinne des § 5) Grössen. In diesem Sinne ist auch die Bedeutung der unten benutzten Raumelemente und Zeitelemente zu verstehen, nämlich als Grössen, welche unendlich klein sind gegen die Dimensionen der betrachteten Räume und Zeiten, aber immer noch gross gegen die betrachteten Wellenlängen und Schwingungsdauern. Die Wände des durchstrahlten Raumes denken wir uns als ruhende, absolut spiegelnde Flächen, deren Krümmungsradien gross sind gegen alle in Betracht kommenden Wellenlängen. Dann können wir auch von allen Beugungsphaenomenen absehen und immer nur von geradliniger Fortpflanzung der Strahlung sprechen.

§ 11. Intensität der Energiestrahlung von bestimmter Richtung, Schwingungszahl und Polarisation.

In einem von irgend welchen elektromagnetischen Strahlen durchsetzten Vacuum ist die Intensität der Strahlung an irgend einem Orte $\mathfrak{O}$ zu einer bestimmten Zeit nach Richtung, Schwingungszahl (Farbe) und Polarisation zu unterscheiden. Um zunächst die Richtung ins Auge zu fassen, denken wir uns von dem Punkte $\mathfrak{O}$ eine kleine geradlinige Strecke von der Länge r gezogen in derjenigen Richtung, welche durch die Polarcoordinatenwinkel ϑ (zwischen 0 und π) und φ (zwischen 0 und 2π) bestimmt ist. Denken wir uns nun sowohl im Anfangspunkt $\mathfrak{O}$ als auch im Endpunkt der Strecke je ein Flächenelement, $d\sigma$ und $d\sigma'$, senkrecht zu r gelegt, so wird die gesammte Energiemenge, welche in der Zeit dt durch die bei $\mathfrak{O}$ liegende Fläche $d\sigma$ der Fläche $d\sigma'$ zugestrahlt wird, gleich sein dem Ausdruck:

$$dt \cdot \frac{d\sigma \cdot d\sigma'}{r^2} \cdot K, \qquad (23)$$

wobei K, die Intensität der Energiestrahlung in der Richtung (ϑ, φ), eine endliche positive Function des Ortes, der Zeit und der beiden Winkel ϑ und φ bedeutet. Setzt man darin z. B. für ϑ den Werth $\pi - \vartheta$ und für φ den Werth $\varphi + \pi$, so erhält man für K die Intensität der Energiestrahlung in der entgegengesetzten Richtung, eine von der vorigen im allgemeinen gänzlich verschiedene Grösse.

Weiter lässt sich die Strahlung K zerlegen in eine Reihe von monochromatischen, in derselben Richtung fortschreitenden Strahlen, bei deren jedem ausser der Intensität noch die Polarisation zu unterscheiden ist. Zerlegt man einen in bestimmter Richtung fortschreitenden monochromatischen Strahl von beliebigem Polarisationszustande

in zwei geradlinig polarisirte Componenten, deren Polarisationsebenen auf einander senkrecht stehen, im übrigen aber beliebig sind, so ist bekanntlich die Summe der Intensitäten der beiden Componenten gleich der Intensität des ganzen Strahles, unabhängig von der Orientirung des Ebenenpaares. Die Grösse der beiden Componenten kann stets dargestellt werden durch zwei Ausdrücke von der Form:

$$\mathfrak{K} \cos^2 \omega + \mathfrak{K}' \sin^2 \omega$$

und

$$\mathfrak{K} \sin^2 \omega + \mathfrak{K}' \cos^2 \omega,$$

wobei ω das Azimuth der Polarisationsebene einer Componente bedeutet. Die Summe dieser beiden Ausdrücke ergibt in der That die Intensität des ganzen Strahles: $\mathfrak{K} + \mathfrak{K}'$, unabhängig von ω. $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$ repraesentiren zugleich den grössten und den kleinsten Werth der Intensität, den eine Componente überhaupt annehmen kann $\left(\text{für } \omega = 0 \text{ und } \omega = \frac{\pi}{2}\right)$. Daher wollen wir diese Werthe die »Hauptwerthe der Intensität« und die entsprechenden Polarisationsebenen die »Hauptpolarisationsebenen« des Strahles nennen. Beide sind natürlich im allgemeinen mit der Zeit veränderlich. Somit können wir allgemein setzen:

$$K = \int_0^\infty d\nu (\mathfrak{K}_\nu + \mathfrak{K}'_\nu), \tag{24}$$

wobei die positiven Grössen $\mathfrak{K}_\nu$ und $\mathfrak{K}'_\nu$, die beiden Hauptwerthe der Strahlungsintensität von der Schwingungszahl ν, ausser von ν noch vom Orte, von der Zeit und von den Winkeln ϑ und φ abhängen. Für unpolarisirte Strahlen ist $\mathfrak{K}_\nu = \mathfrak{K}'_\nu$ und

$$K = 2 \int_0^\infty \mathfrak{K}_\nu d\nu. \tag{25}$$

§ 12. Energie und Energiedichte.

Die totale elektromagnetische Energie U_t eines durchstrahlten Vacuums und einer darin befindlichen Anzahl von Resonatoren der betrachteten Art ist von der Form:

$$U_t = \Sigma U + \int u \, d\tau, \tag{26}$$

wobei U die Energie eines einzelnen Resonators (der im vorigen Abschnitt hinzugefügte Index 0 kann von jetzt an überall weggelassen werden), Σ die Summation über alle Resonatoren, und u die Energiedichte im Raumelement $d\tau$ des Vacuums bezeichnet. Da die Resonatoren verschwindend kleine Räume einnehmen, so ist es gleichgültig, ob in dem Integral die Integration auch über die von den Resonatoren erfüllten Räume erstreckt wird oder nicht.

Berechnen wir nun die Energiedichte u, eine Function des Ortes und der Zeit, für irgend einen Punkt $\mathfrak{O}$ des Vacuums, aus der Strahlungsintensität K. Zu diesem Zwecke legen wir um den Punkt $\mathfrak{O}$ als Centrum eine Kugelfläche vom kleinen Radius r. Alle Strahlen, die durch das Kugelcentrum hindurchgehen, kommen von Elementen der Kugelfläche her. Betrachten wir z. B. denjenigen Strahl, welcher in der Richtung (ϑ, φ) durch das Centrum geht; derselbe kommt von einem Flächenelement ds her, dessen Lage durch die Polarcoordinaten r, $\pi-\vartheta$, $\varphi+\pi$ bestimmt ist.

Die Energiemenge, welche dieser Strahl in der Zeit dt durch ein beim Kugelcentrum befindliches, senkrecht zu seiner Fortpflanzungsrichtung orientirtes Flächenelement $d\sigma$ hindurchsendet, beträgt nach (23):

$$dt \cdot \frac{d\sigma \cdot ds}{r^2} \cdot K.$$

Folglich die Energiedichte, die dieser Strahl im Kugelcentrum besitzt, durch Division mit $d\sigma$ und mit der in der Zeit dt zurückgelegten Strecke $c \cdot dt$:

$$\frac{ds}{cr^2} \cdot K.$$

Durch Integration über alle Elemente ds der Kugelfläche erhält man also die gesammte elektromagnetische Energiedichte im Kugelcentrum $\mathfrak{O}$:

$$u = \int \frac{ds}{cr^2} \cdot K$$

oder, da

$$ds = r^2 \sin\vartheta \, d\vartheta \, d\varphi = r^2 \cdot d\Omega,$$

wenn man mit $d\Omega$ den Öffnungswinkel des dem Element ds entsprechenden Kegels bezeichnet:

$$u = \frac{1}{c} \int K \cdot d\Omega, \tag{27}$$

eine Grösse, die nur mehr von Ort und Zeit abhängt.

Ist speciell die Strahlungsintensität K nach allen Richtungen constant, so ergibt sich hieraus die oft benutzte Beziehung:

$$u = \frac{K}{c} \int d\Omega = \frac{4\pi K}{c}. \tag{28}$$

Durch Substitution des Werthes von K aus (24) findet man auch leicht die Energiedichte, die jeder einzelne monochromatische Strahl in irgend einem Punkt des Raumes zu irgend einer Zeit besitzt.

Andererseits ist die räumliche Dichte der elektromagnetischen Energie in einem Punkte des Vacuums:

$$u = \frac{1}{8\pi} (\overline{X^2} + \overline{Y^2} + \overline{Z^2} + \overline{L^2} + \overline{M^2} + \overline{N^2}),$$

wo X^2, Y^2, Z^2, L^2, M^2, N^2 die Quadrate der Componenten des elektromagnetischen Feldes bedeuten, als »langsam veränderliche« Grössen (§ 5) betrachtet, und daher mit dem auf den Mittelwerth deutenden Querstrich versehen. Da für jeden einzelnen Strahl die mittlere elektrische und magnetische Energie gleich sind, so kann man immer schreiben:

$$u = \frac{1}{4\pi}(\overline{X^2} + \overline{Y^2} + \overline{Z^2}). \tag{29}$$

§ 13. Intensität der einen Resonator erregenden Schwingung.

Nun nehmen wir in dem Centrum $\mathfrak{O}$ der vorhin betrachteten Kugel einen Resonator der im ersten Abschnitt untersuchten Art befindlich an, dessen Axe wir zur Z-Axe machen. Dann ist die Intensität der den Resonator erregenden Schwingung nach § 4:

$$J = \overline{Z^2}.$$

Wir wollen daher nun den Werth von $\overline{Z^2}$ berechnen. Zu diesem Zweck müssen wir auch auf die Polarisation der den Punkt $\mathfrak{O}$ treffenden monochromatischen Strahlen Rücksicht nehmen. Fassen wir also wieder denjenigen Strahl ins Auge, der, vom Flächenelemente ds am Orte $(r, \pi - \vartheta, \varphi + \pi)$ kommend, in der Richtung (ϑ, φ) den Punkt $\mathfrak{O}$ trifft, so zerfällt derselbe in eine Reihe monochromatischer Strahlen, von denen einer die Hauptwerthe der Intensität $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$ besitzen möge. Bezeichnen wir nun den Winkel, welchen die zur Hauptintensität $\mathfrak{K}$ gehörige Polarisationsebene mit der durch die Richtung des Strahles und die Z-Axe (die Resonatoraxe) gelegten Ebene bildet, mit ω, einerlei in welchem Quadranten, so lässt sich der ganze monochromatische Strahl zerlegen in die beiden geradlinig und senkrecht auf einander polarisirten Componenten:

$$\left.\begin{array}{l} \mathfrak{K}\cos^2\omega + \mathfrak{K}'\sin^2\omega, \\ \mathfrak{K}\sin^2\omega + \mathfrak{K}'\cos^2\omega, \end{array}\right\} \tag{30}$$

von denen die erste in der durch die Z-Axe gehenden Ebene polarisirt ist, da sie für $\omega = 0$ gleich $\mathfrak{K}$ wird. Diese Componente liefert keinen Beitrag zu dem Werthe von $\overline{Z^2}$ im Punkte $\mathfrak{O}$, weil die elektrische Kraft eines geradlinig polarisirten Strahles senkrecht steht auf der Polarisationsebene. Es bleibt also nur übrig die zweite Componente, deren elektrische Kraft den Winkel $\frac{\pi}{2} - \vartheta$ mit der Z-Axe bildet. Nun ist nach dem POYNTING'schen Satze die Intensität eines geradlinig polarisirten Strahles im Vacuum gleich $\frac{c}{4\pi}$ mal dem mittleren Quadrat der elektrischen Kraft. Folglich ist das mittlere Quadrat der elektrischen Kraft des hier betrachteten Strahles:

$$\frac{4\pi}{c}(\mathfrak{K}\sin^2\omega + \mathfrak{K}'\cos^2\omega)$$

und das mittlere Quadrat der Componente davon in der Richtung der Z-Axe:

$$\frac{4\pi}{c}(\mathfrak{K}\sin^2\omega + \mathfrak{K}'\cos^2\omega)\sin^2\vartheta \qquad (31)$$

Durch Integration über alle Schwingungszahlen und alle Öffnungswinkel erhalten wir mithin den gesuchten Werth:

$$\overline{Z^2} = \frac{4\pi}{c}\int \sin^2\vartheta\, d\Omega \int d\nu\, (\mathfrak{K}_\nu \sin^2\omega_\nu + \mathfrak{K}'_\nu \cos^2\omega_\nu) = J. \qquad (32)$$

Sind speciell alle Strahlen unpolarisirt und die Strahlungsintensität nach allen Richtungen constant, so ist $\mathfrak{K}_\nu = \mathfrak{K}'_\nu$ und, da:

$$\int \sin^2\vartheta\, d\Omega = \iint \sin^3\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi = \frac{8\pi}{3},$$

$$\overline{Z^2} = \frac{32\pi^2}{3c}\int \mathfrak{K}_\nu d\nu = \overline{X^2} = \overline{Y^2}$$

und durch Substitution in (29) und in (25):

$$u = \frac{8\pi}{c}\int \mathfrak{K}_\nu d\nu = \frac{4\pi K}{c},$$

übereinstimmend mit (28).

Nehmen wir nun nach § 8 die spectrale Zerlegung der Intensität J vor:

$$J = \int \mathfrak{J}_\nu d\nu,$$

so ergibt sich durch Vergleichung mit (32) für die in der erregenden Schwingung enthaltene Intensität einer bestimmten Schwingungszahl ν der Werth:

$$\mathfrak{J}_\nu = \frac{4\pi}{c}\int \sin^2\vartheta\, d\Omega\, (\mathfrak{K}_\nu \sin^2\omega_\nu + \mathfrak{K}'_\nu \cos^2\omega_\nu). \qquad (33)$$

Da nun $\mathfrak{J}$ mit der Energie U des Resonators durch die Gleichung (22) zusammenhängt, so ist hiermit die Möglichkeit gegeben, die Schwingung des Resonators zu berechnen, wenn die Intensitäten und Polarisationen aller den Resonator treffenden Strahlen für alle Zeiten bekannt sind. Insbesondere ergibt sich für unpolarisirte und nach allen Richtungen gleichmässige Strahlung:

$$\mathfrak{J} = \frac{32\pi^2}{3c}\mathfrak{K}$$

und nach (22):

$$\frac{dU}{dt} + 2\sigma\nu U = \frac{2c^2\sigma}{\nu}\mathfrak{K}.$$

Ist die Strahlung auch noch unabhängig von der Zeit, oder der Strahlungszustand »stationär«, so ist auch U von der Zeit unabhängig und:

$$U = \frac{c^2}{\nu^2} \mathfrak{K}. \tag{34}$$

§ 14. Absorbirte und emittirte Energie.

Die ganze in der Zeit dt von dem Resonator absorbirte Energie beträgt nach (21):

$$dt \cdot \frac{3c^3\sigma}{16\pi^2\nu} \cdot \mathfrak{J}$$

oder nach (33):

$$dt \cdot \frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu} \int \sin^2\vartheta \, d\Omega \, (\mathfrak{K} \sin^2\omega + \mathfrak{K}' \cos^2\omega).$$

Daher wird von der in der Richtung (ϑ, φ) auf den Resonator fallenden Strahlung in der Zeit dt der Energiebetrag:

$$dt \cdot \frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu} (\mathfrak{K} \sin^2\omega + \mathfrak{K}' \cos^2\omega) \sin^2\vartheta \, d\Omega$$

absorbirt.

Nun beträgt die Intensität der in der Richtung (ϑ, φ) auf den Resonator fallenden Strahlung, soweit sie »absorbirbar« ist, d. h. die dem Resonator entsprechende Schwingungszahl und Polarisation besitzt, nach (31), da der Factor $\frac{4\pi}{c}$ hier wegzulassen ist:

$$(\mathfrak{K} \sin^2\omega + \mathfrak{K}' \cos^2\omega) \sin^2\vartheta. \tag{35}$$

Daraus ergibt sich der Satz: Der absolute Betrag der vom Resonator in der Zeit dt absorbirten Energie wird erhalten, wenn man die Intensität der in irgend einer Richtung (ϑ, φ) auf ihn fallenden absorbirbaren Strahlung mit

$$dt \cdot \frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu} \cdot d\Omega \tag{36}$$

multiplicirt und diesen Ausdruck über alle Richtungen (ϑ, φ) integrirt. Der Factor $\frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu}$ bestimmt also die Breite des vom Resonator aufgefangenen Strahlenbündels, indem er ein Maass liefert für das Product aus dem Querschnitt des Resonators und der Breite des von ihm beeinflussten Spectralbezirks.

Auf der anderen Seite beträgt die vom Resonator in der Zeit dt nach allen Richtungen emittirte Energie nach (14):

$$dt \cdot 2\sigma\nu U$$

oder, was dasselbe ist:

$$dt \cdot \frac{3\sigma\nu}{4\pi} U \cdot \int \sin^2\vartheta \, d\Omega.$$

Da nun die Intensität der vom Resonator in der Richtung (ϑ, φ) emittirten Strahlung bekanntlich unabhängig ist von φ und proportional $\sin^2\vartheta$, so beträgt die in der Zeit dt in dieser Richtung emittirte Energie:

$$dt \cdot \frac{3\sigma\nu}{4\pi} U \sin^2\vartheta \, d\Omega$$

und die Intensität der vom Resonator in derselben Richtung emittirten Strahlung, durch Division mit (36):

$$\frac{\nu^2 U \sin^2\vartheta}{c^2}. \qquad (37)$$

Für den »stationären« Strahlungszustand ist $\mathfrak{K} = \mathfrak{K}'$ und nach (34): $U = \frac{c^2}{\nu^2}\mathfrak{K}$. Man sieht also, dass im stationären Strahlungszustand die Intensität (35) der in irgend einer Richtung auf den Resonator fallenden absorbirbaren Strahlung gleich ist der Intensität (37) der in derselben Richtung vom Resonator emittirten Strahlung, wie es sein muss.

§ 15. Intensität und Polarisation der den Resonator passirenden Strahlenbündel.

Wir wollen nun, als Vorbereitung für die folgenden Deductionen, die Eigenschaften der verschiedenen den Resonator passirenden Strahlenbündel noch näher ins Auge fassen. Von allen Seiten treffen Strahlen auf den im Anfangspunkt $\mathfrak{O}$ der Coordinaten liegend gedachten Resonator; betrachten wir denjenigen Strahl, welcher in der Richtung (ϑ, φ), also von einem Punkte mit den Polarcoordinaten $\pi - \vartheta, \varphi + \pi$ kommend, auf den Resonator fällt, so können wir ihn uns zunächst zerlegt denken in seine monochromatischen Bestandtheile, und brauchen uns nur mit demjenigen dieser Bestandtheile weiter zu beschäftigen, welcher der Schwingungszahl ν des Resonators entspricht; denn alle übrigen Strahlen streichen über den Resonator einfach hinweg, ohne ihn zu beeinflussen oder von ihm beeinflusst zu werden. Die Intensität des monochromatischen Strahles von der Schwingungszahl ν ist:

$$\mathfrak{K} + \mathfrak{K}',$$

wenn $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$ die Hauptintensitäten vorstellen. Dieser Strahl wird nun je nach den Richtungen seiner Hauptpolarisationsebenen in zwei Componenten (30) zerlegt.

Die eine Componente:

$$\mathfrak{K} \cos^2\omega + \mathfrak{K}' \sin^2\omega$$

geht direct über den Resonator hinweg und tritt völlig ungeändert auf der anderen Seite wieder aus; sie liefert also einen in der Richtung (ϑ, φ) vom Resonator ausgehenden geradlinig polarisirten Strahl,

dessen Polarisationsebene durch die Axe des Resonators hindurchgeht, und dessen Intensität beträgt:

$$\mathfrak{K}\cos^2\omega + \mathfrak{K}'\sin^2\omega = \mathfrak{K}''. \tag{38}$$

Die andere, senkrecht auf der vorigen polarisirte Componente:

$$\mathfrak{K}\sin^2\omega + \mathfrak{K}'\cos^2\omega$$

zerfällt wiederum in zwei Theile:

$$(\mathfrak{K}\sin^2\omega + \mathfrak{K}'\cos^2\omega)\cos^2\vartheta$$

und:

$$(\mathfrak{K}\sin^2\omega + \mathfrak{K}'\cos^2\omega)\sin^2\vartheta,$$

von denen der erste ungeändert durch den Resonator hindurchpassirt, der zweite dagegen absorbirt wird. Statt des letzteren erscheint aber in der vom Resonator ausgehenden Strahlung die Intensität des emittirten Strahles (37):

$$\frac{\nu^2 U \sin^2\vartheta}{c^2}.$$

Diese liefert zusammen mit dem ersten, unverändert gebliebenen Theil die gesammte Intensität des vom Resonator in der Richtung (ϑ, φ) ausgehenden, senkrecht auf (38) polarisirten Strahles:

$$(\mathfrak{K}\sin^2\omega + \mathfrak{K}'\cos^2\omega)\cos^2\vartheta + \frac{\nu^2 U}{c^2}\sin^2\vartheta = \mathfrak{K}'''. \tag{39}$$

Im ganzen haben wir also schliesslich in der Richtung (ϑ, φ) vom Resonator ausgehend einen aus zwei senkrecht zu einander polarisirten Componenten zusammengesetzten Strahl, dessen eine Polarisationsebene durch die Axe des Resonators geht und dessen Hauptintensitäten die Werthe $\mathfrak{K}''$ und $\mathfrak{K}'''$ besitzen.

§ 16. Erhaltung der Energie.

Es ist nun leicht, sich Rechenschaft zu geben von der Erhaltung der Gesammtenergie des Systems auf Grund der localen darin stattfindenden Energieänderungen.

Wenn gar kein Resonator im Felde vorhanden ist, so behält ein jedes der zweifach unendlich vielen elementaren Strahlenbündel beim geradlinigen Fortschreiten mit seiner Intensität auch seine Energie unverändert bei, auch bei der Reflexion an einer als eben und absolut spiegelnd vorausgesetzten Grenzfläche des Feldes.

Jeder Resonator dagegen bewirkt im allgemeinen eine Änderung der ihn treffenden Strahlenbündel. Berechnen wir die ganze Energieänderung, die der oben betrachtete Resonator in der Zeit dt in dem ihn umgebenden Felde hervorruft. Dabei brauchen wir nur diejenigen

monochromatischen Strahlen zu berücksichtigen, welche der Schwingungszahl ν des Resonators entsprechen, da die übrigen durch ihn gar nicht alterirt werden.

In der Richtung (ϑ, φ) wird der Resonator von einem irgendwie polarisirten Strahlenbündel getroffen, dessen Intensität durch die Summe der beiden Hauptintensitäten $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$ gegeben ist. Dieses Strahlenbündel lässt in der Zeit dt nach (36) die Energie:

$$(\mathfrak{K} + \mathfrak{K}')dt \cdot \frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu} \cdot d\Omega$$

auf den Resonator fallen, und dadurch wird auf dieser Seite der nämliche Energiebetrag dem Felde entzogen. Auf der anderen Seite geht dafür vom Resonator in derselben Richtung (ϑ, φ) ein in bestimmter Weise polarisirtes Strahlenbündel aus, dessen Intensität durch die Summe der beiden Hauptintensitäten $\mathfrak{K}''$ und $\mathfrak{K}'''$ gegeben ist. Dadurch wird dem umgebenden Felde in der Zeit dt der Energiebetrag:

$$(\mathfrak{K}'' + \mathfrak{K}''')dt \cdot \frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu} d\Omega$$

zugeführt.

Im ganzen beträgt also die in der Zeit dt eingetretene Energieänderung des den Resonator umgebenden Feldes, durch Subtraction des vorletzten Ausdrucks vom letzten und Integration über $d\Omega$:

$$dt \cdot \frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu} \int d\Omega(\mathfrak{K}'' + \mathfrak{K}''' - \mathfrak{K} - \mathfrak{K}').$$

Nimmt man dazu die in derselben Zeit eingetretene Energieänderung des Resonators:

$$dt \cdot \frac{dU}{dt},$$

so verlangt das Princip der Erhaltung der Energie, dass die Summe der letzten beiden Ausdrücke verschwindet, d. h. dass

$$\frac{dU}{dt} + \frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu} \int d\Omega(\mathfrak{K}'' + \mathfrak{K}''' - \mathfrak{K} - \mathfrak{K}') = 0, \qquad (40)$$

und das ist in der That der Inhalt der beiden Gleichungen (22) und (33), wenn man berücksichtigt, dass nach (38) und (39):

$$\mathfrak{K}'' + \mathfrak{K}''' - \mathfrak{K} - \mathfrak{K}' = \left(\frac{\nu^2 U}{c^2} - \mathfrak{K}\sin^2\omega - \mathfrak{K}'\cos^2\omega\right)\sin^2\vartheta.$$

§ 17. Definition der elektromagnetischen Entropie.

Wir definiren jetzt, analog der für die totale elektromagnetische Energie U_t des Systems aufgestellten Gleichung (26), eine neue Grösse S_t, die ebenfalls durch den augenblicklichen Zustand des Systems be-



stimmt ist und die wir die **totale elektromagnetische Entropie** des Systems nennen:

$$S_t = \sum S + \int s d\tau.$$

Die Summation Σ ist wieder über alle Resonatoren, die Integration über alle Raumelemente $d\tau$ des durchstrahlten Feldes zu erstrecken. Daher nennen wir S die Entropie eines einzelnen Resonators und s die Entropiedichte in einem Punkte des Feldes.

Die Entropie S eines Resonators mit der Schwingungszahl ν und der Energie U definiren wir folgendermaassen:

$$S = -\frac{U}{a\nu} \log \frac{U}{eb\nu}, \qquad (41)$$

wobei a und b zwei universelle positive Constanten bezeichnen, deren Zahlenwerthe im absoluten C. G. S.-System im folgenden Abschnitt (§ 25) auf thermodynamischem Wege ermittelt werden; e, die Basis der natürlichen Logarithmen, ist nur aus äusseren Zweckmässigkeitsgründen hinzugefügt.

Die räumliche Entropiedichte s in einem Punkte $\mathfrak{O}$ des durchstrahlten Feldes bestimmen wir ebenso wie die räumliche Energiedichte u aus der Betrachtung aller Strahlen, die diesen Punkt durchkreuzen. Wir schreiben nämlich jedem Strahlenbündel ausser einer bestimmten Energie auch eine bestimmte Entropie zu, die sich mit dem Bündel zusammen fortpflanzt. Denken wir uns, ganz ebenso wie im § 11, vom Punkte $\mathfrak{O}$ aus in irgend einer Richtung (ϑ, φ) eine kleine geradlinige Strecke r gezogen und sowohl im Anfangspunkt als auch im Endpunkt der Strecke je ein Flächenelement, $d\sigma$ und $d\sigma'$, senkrecht zu r gelegt, so sei der Gesammtbetrag der Entropie, welche in der Zeit dt durch die Fläche $d\sigma$ der Fläche $d\sigma'$ zugestrahlt wird, gleich dem Ausdruck:

$$dt \cdot \frac{d\sigma\, d\sigma'}{r^2} \cdot L, \qquad (42)$$

wobei L, die Intensität der Entropiestrahlung in der Richtung (ϑ, φ), auf sogleich näher anzugebende Weise von der Beschaffenheit der Strahlung abhängt.

Wir setzen L, ebenso wie K im § 11, gleich einer Summe, deren Glieder durch die einzelnen monochromatischen in derselben Richtung fortschreitenden Strahlen bedingt werden, und definiren die Intensität der Entropiestrahlung eines monochromatischen geradlinig polarisirten Strahles von der Intensität $\mathfrak{K}$ durch den Ausdruck:

$$-\frac{\mathfrak{K}}{a\nu} \log \frac{c^2 \mathfrak{K}}{eb\nu^3} = \mathfrak{L}. \qquad (43)$$

Der hinter dem Logarithmuszeichen auftretende Factor $\frac{\nu^2}{c^2}$ ist der nämliche wie der in Gleichung (34).

In dem allgemeinen Fall, dass der monochromatische Strahl nicht geradlinig polarisirt ist, sondern die Hauptintensitäten $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$ besitzt, beträgt die Intensität seiner Entropiestrahlung:

$$\mathfrak{L}+\mathfrak{L}',$$

wobei $\mathfrak{L}'$ den Werth bedeutet, den der Ausdruck (43) für $\mathfrak{K}'$ statt $\mathfrak{K}$ annimmt. Daher ist die Gesammtintensität der Entropiestrahlung in der Richtung (ϑ, φ):

$$L = \int_0^\infty d\nu (\mathfrak{L}+\mathfrak{L}')$$

und die räumliche Entropiedichte, analog der Gleichung (27):

$$s = \frac{1}{c}\int L \cdot d\Omega.$$

Sind speciell alle durch $\mathfrak{O}$ gehenden Strahlen unpolarisirt und ihre Intensität unabhängig von der Richtung, so wird $\mathfrak{K} = \mathfrak{K}'$,

$$L = 2\int_0^\infty d\nu \cdot \mathfrak{L} \tag{44}$$

und:

$$s = \frac{4\pi L}{c} = \frac{8\pi}{c} \cdot \int_0^\infty d\nu \cdot \mathfrak{L}. \tag{45}$$

Die Bedeutung der vorstehenden Definition der elektromagnetischen Entropie beruht darauf, dass mit ihrer Hülfe das Princip der Vermehrung der Entropie für die hier betrachteten Strahlungsvorgänge als gültig nachgewiesen werden kann und weiter darauf, dass die nämliche Definition, durch eine Identificirung der elektromagnetischen mit der bekannten thermodynamischen Entropie, zu einer thermodynamischen Deutung der elektromagnetischen Strahlungsvorgänge, sowie zu einer Formulirung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik für alle Erscheinungen der Wärmestrahlung führt. Daraus folgen dann unter anderem die Gesetze des stationären Strahlungszustandes, in welchem die Entropie den grössten Werth annimmt, dessen sie nach den gegebenen Bedingungen des Systems fähig ist.

Der Beweis für die angegebenen Eigenschaften der elektromagnetischen Entropie ist dann geliefert, wenn gezeigt werden kann, dass in allen elektromagnetischen und thermodynamischen Processen die totale Entropie des Systems zunimmt. Für die hier betrachteten Strahlungsvorgänge, die allerdings noch lange nicht die allgemeinsten sind, wird

dieser Nachweis im folgenden Paragraphen geführt und dadurch zugleich auch deren irreversibler Charakter dargethan, während die thermodynamischen Folgerungen erst im letzten Abschnitt Besprechung finden.

Über die **Nothwendigkeit** der gegebenen Definition der Entropie vergl. unten § 23.

§ 18. Vermehrung der Entropie.

Wir wollen nun, auf Grund vorstehender Definition, die Änderung berechnen, welche die totale Entropie S_t unseres Systems im Zeitelement dt erleidet. Wir halten uns dabei genau an die analoge im § 16 für die Energie des Systems durchgeführte Rechnung.

Wenn gar kein Resonator im Felde vorhanden ist, so behält ein jedes der zweifach unendlich vielen Strahlenbündel beim geradlinigen Fortschreiten zugleich mit seiner Intensität seine Entropie unverändert bei, auch bei der Reflexion an einer als eben und absolut spiegelnd vorausgesetzten Grenzfläche des Feldes. Durch die Strahlungsvorgänge im freien Felde kann also keine Entropieänderung des Systems hervorgerufen werden. Dagegen bewirkt jeder Resonator im allgemeinen eine Entropieänderung der ihn treffenden Strahlenbündel. Berechnen wir die ganze Entropieänderung, welche der oben betrachtete Resonator in der Zeit dt in dem ihn umgebenden Felde hervorruft. Dabei brauchen wir nur diejenigen monochromatischen Strahlen zu berücksichtigen, welche der Schwingungszahl ν des Resonators entsprechen, da die übrigen durch ihn gar nicht alterirt werden.

In der Richtung (ϑ, φ) wird der Resonator von einem irgendwie polarisirten Strahlenbündel getroffen, dessen Energiestrahlung die Hauptintensitäten $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$, und dessen Entropiestrahlung daher die Intensität $\mathfrak{L}+\mathfrak{L}'$ besitzt. Dieses Strahlenbündel lässt nach (36) in der Zeit dt die Entropie:

$$(\mathfrak{L}+\mathfrak{L}')\cdot dt\cdot\frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu}\cdot d\Omega$$

auf den Resonator fallen, und dadurch wird auf dieser Seite der nämliche Entropiebetrag dem Felde entzogen. Auf der anderen Seite geht vom Resonator in derselben Richtung (ϑ, φ) ein in bestimmter Weise polarisirtes Strahlenbündel aus, dessen Energiestrahlung die Hauptintensitäten $\mathfrak{K}''$ und $\mathfrak{K}'''$, und dessen Entropiestrahlung daher die entsprechende Intensität $\mathfrak{L}''+\mathfrak{L}'''$ besitzt. Dadurch wird dem umgebenden Felde in der Zeit dt die Entropie:

$$(\mathfrak{L}''+\mathfrak{L}''')\,dt\cdot\frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu}\cdot d\Omega$$

zugeführt. Im ganzen beträgt also die in der Zeit dt eingetretene Entropieänderung des den Resonator umgebenden Feldes, durch Subtraction des vorletzten Ausdrucks vom letzten und Integration über $d\Omega$:

$$dt \cdot \frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu} \cdot \int d\Omega\,(\mathfrak{L}'' + \mathfrak{L}''' - \mathfrak{L} - \mathfrak{L}'). \tag{46}$$

Nimmt man dazu nach (41) die in derselben Zeit erfolgte Entropieänderung des Resonators:

$$\frac{dS}{dt} \cdot dt = -\frac{1}{a\nu}\frac{dU}{dt} \cdot \log\frac{U}{b\nu},$$

so ergibt sich durch Addition zu (46) und Summation über alle Resonatoren die gesuchte Änderung der totalen Entropie des Systems:

$$\frac{dS_t}{dt} \cdot dt = dt \cdot \sum\left[\frac{3c^2\sigma}{4\pi\nu}\int d\Omega\,(\mathfrak{L}'' + \mathfrak{L}''' - \mathfrak{L} - \mathfrak{L}') - \frac{1}{a\nu}\frac{dU}{dt}\log\frac{U}{b\nu}\right].$$

Wir wollen nun weiter den Nachweis führen, dass der Ausdruck hinter dem Σ-Zeichen stets positiv ist, inbegriffen den Grenzfall Null.

Zu diesem Zwecke setzen wir für $\frac{dU}{dt}$ nach (40) seinen Werth und erhalten dadurch und durch Berücksichtigung der Bedeutung von $\mathfrak{L}$ in (43):

$$\frac{dS_t}{dt} = \sum \frac{3c^2\sigma}{4\pi a\nu^2} \cdot \int d\Omega\left(\mathfrak{K}\log\frac{c^2\mathfrak{K}}{e\nu^2 U} + \mathfrak{K}'\log\frac{c^2\mathfrak{K}'}{e\nu^2 U} - \mathfrak{K}''\log\frac{c^2\mathfrak{K}''}{e\nu^2 U} - \mathfrak{K}'''\log\frac{c^2\mathfrak{K}'''}{e\nu^2 U}\right).$$

Es erübrigt jetzt noch zu zeigen, dass der eingeklammerte Ausdruck oder, falls man diesen mit der positiven Grösse $\frac{c^2}{e\nu^2 U}$ multiplicirt, dass der Ausdruck:

$$\alpha\log\alpha + \beta\log\beta - \gamma\log\gamma - \delta\log\delta,$$

wobei:

$$\alpha = \frac{c^2\mathfrak{K}}{e\nu^2 U} \qquad \gamma = \frac{c^2\mathfrak{K}''}{e\nu^2 U}$$

$$\beta = \frac{c^2\mathfrak{K}'}{e\nu^2 U} \qquad \delta = \frac{c^2\mathfrak{K}'''}{e\nu^2 U}$$

für alle beliebigen Werthe der positiven Grössen $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{K}'$, U, ϑ, ω, während $\mathfrak{K}''$ und $\mathfrak{K}'''$ durch (38) und (39) gegeben sind, positiv ist.

Nun haben wir für δ nach (39):

$$\delta = \frac{c^2}{e\nu^2 U}\left\{(\mathfrak{K}\sin^2\omega + \mathfrak{K}'\cos^2\omega)\cos^2\vartheta + \frac{\nu^2 U}{c^2}\sin^2\vartheta\right\}$$

oder nach (38):

$$\delta = \frac{c^2}{e\nu^2 U}\left\{(\mathfrak{K} + \mathfrak{K}' - \mathfrak{K}'')\cos^2\vartheta + \frac{\nu^2 U}{c^2}\sin^2\vartheta\right\}$$

$$= (\alpha + \beta - \gamma)\cos^2\vartheta + \frac{\sin^2\vartheta}{e}.$$

Daher liegt δ zwischen dem Werthe $\frac{1}{e}$ und dem Werthe:

$$\alpha+\beta-\gamma=\delta_0 \quad \left(\delta_0 > \text{oder} < \frac{1}{e}\right). \tag{47}$$

Da aber für $\delta=\frac{1}{e}$ die Function $-\delta\log\delta$ ihr absolutes und einziges Maximum annimmt, so liegt $-\delta\log\delta$ zwischen diesem Maximalwerth und dem Werth $-\delta_0\log\delta_0$, d. h. es ist:

$$-\delta\log\delta > -\delta_0\log\delta_0$$

oder:

$$\alpha\log\alpha+\beta\log\beta-\gamma\log\gamma-\delta\log\delta > \alpha\log\alpha+\beta\log\beta-\gamma\log\gamma-\delta_0\log\delta_0.$$

Um also das positive Vorzeichen des Ausdrucks links nachzuweisen, genügt es, dasselbe bei dem Ausdruck rechts zu thun. Setzen wir die Summe:

$$\alpha+\beta=\sigma,$$

so ist nach (47) auch die Summe:

$$\gamma+\delta_0=\sigma.$$

Der zu untersuchende Ausdruck ist also:

$$[\alpha\log\alpha+(\sigma-\alpha)\log(\sigma-\alpha)]-[\gamma\log\gamma+(\sigma-\gamma)\log(\sigma-\gamma)]. \tag{48}$$

Betrachten wir jetzt das Verhalten der Function von x:

$$x\log x+(\sigma-x)\log(\sigma-x),$$

wo σ constant bleiben möge.

Diese Function erreicht ihr absolutes und einziges Minimum für $x=\frac{\sigma}{2}$, ihr Werth wird also um so kleiner, je näher x dem Werthe $\frac{\sigma}{2}$ rückt, einerlei ob $x >$ oder $< \frac{\sigma}{2}$. Nun liegt nach (38) $\mathfrak{K}''$ zwischen $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$, folglich auch γ zwischen α und β, d. h. zwischen α und $\sigma-\alpha$, und daher liegt γ dem Werthe $\frac{\sigma}{2}$, als dem arithmetischen Mittel von α und $\sigma-\alpha$, näher als α. Daraus folgt nach dem Obigen, dass:

$$\gamma\log\gamma+(\sigma-\gamma)\log(\sigma-\gamma) < \alpha\log\alpha+(\sigma-\alpha)\log(\sigma-\alpha),$$

wodurch das positive Vorzeichen von (48) und somit die Vermehrung der Entropie nachgewiesen ist.

§ 19. Bedingungen des stationären Zustandes.

Derjenige Zustand des Systems, der durch das absolute Maximum der totalen Entropie ausgezeichnet ist, möge hier als stationärer Zustand bezeichnet werden; nach dem Princip der Vermehrung der Entropie ist von ihm aus überhaupt keine Veränderung mehr möglich, solange von aussen keine Einwirkungen auf das System erfolgen.

Als nothwendige Bedingung für den stationären Zustand ergibt sich zunächst, dass die totale Entropie sich mit der Zeit nicht mehr ändert, dass also alle Ungleichungen des vorigen Paragraphen sich in Gleichungen verwandeln. Diese Bedingung wird, wie leicht einzusehen ist, erfüllt, wenn für alle Orte und für alle Richtungen:

$$\mathfrak{K} = \mathfrak{K}' = \mathfrak{K}'' = \mathfrak{K}''' = \frac{\nu^2}{c^2} U. \qquad (49)$$

Wir nehmen daher im ganzen Felde alle Strahlen einer jeden Schwingungszahl als unpolarisirt und von gleicher Intensität an.

Aber die für das absolute Maximum der totalen Entropie nothwendigen Bedingungen gehen noch weiter. Es muss nämlich für jede unendlich kleine virtuelle Zustandsänderung des Systems die Variation der totalen Entropie S_t verschwinden. Denken wir uns also eine virtuelle Änderung, die darin besteht, dass eine unendlich kleine Menge Energie von einem Resonator mit der Schwingungszahl ν zu einem anderen Resonator mit der Schwingungszahl ν_1 übergeht, während sonst Alles unverändert bleibt, so muss sein:

$$\delta S_t = \delta S + \delta S_1 = 0,$$

wenn S und S_1 die Entropien der beiden Resonatoren bezeichnen. Dabei ist nach dem Energieprincip:

$$\delta U + \delta U_1 = 0.$$

Die erste dieser Gleichungen liefert nach (41):

$$-\frac{1}{a\nu} \log \frac{U}{b\nu} \cdot \delta U - \frac{1}{a\nu_1} \log \frac{U_1}{b\nu_1} \cdot \delta U_1 = 0.$$

Folglich nach der zweiten Gleichung:

$$-\frac{1}{a\nu} \log \frac{U}{b\nu} = -\frac{1}{a\nu_1} \log \frac{U_1}{b\nu_1}.$$

Setzen wir zur Abkürzung:

$$-\frac{1}{a\nu} \log \frac{U}{b\nu} = \frac{1}{\vartheta}, \qquad (50)$$

so folgt aus der letzten Gleichung, da ν_1 ganz beliebig ist, dass der Werth von ϑ im stationären Zustand für sämmtliche im System vorhandene Resonatoren der nämliche sein muss. Da nun durch den Werth von U nach (49) auch der Werth der entsprechenden Energiestrahlung $\mathfrak{K}$ im stationären Zustand gegeben ist, so hängt der stationäre Zustand des ganzen Systems in allen seinen Theilen nur von einem einzigen Parameter ϑ ab, der seinerseits durch die totale Energie bestimmt ist.

Wir wollen nun die Werthe aller hier in Betracht kommenden Grössen im stationären Zustand durch den einen Parameter ϑ aus-

drücken. Zunächst folgt aus (50) für die Energie eines Resonators mit der Schwingungszahl ν:

$$U = b\nu e^{-\frac{a\nu}{\vartheta}},$$

sodann aus (49) für die Intensität eines monochromatischen geradlinig polarisirten Strahles von der Schwingungszahl ν:

$$\mathfrak{K} = \frac{b\nu^3}{c^2} e^{-\frac{a\nu}{\vartheta}}, \tag{51}$$

ferner aus (25) für die Intensität der gesammten Energiestrahlung in irgend einer Richtung:

$$K = 2\int_0^\infty \mathfrak{K}\, d\nu = \frac{12 b \vartheta^4}{c^2 a^4} \tag{52}$$

und aus (28) für die räumliche Energiedichte des Feldes:

$$u = \frac{4\pi K}{c} = \frac{48\pi b \vartheta^4}{c^3 a^4}. \tag{53}$$

Diese Energiedichte setzt sich aus den Energiedichten $\mathfrak{u}$ der einzelnen Schwingungszahlen in folgender Weise zusammen:

$$u = \int_0^\infty \mathfrak{u}\, d\nu,$$

$$\mathfrak{u} = \frac{8\pi\mathfrak{K}}{c} = \frac{8\pi b\nu^3}{c^3} e^{-\frac{a\nu}{\vartheta}}.$$

Dagegen ist die Entropie eines Resonators mit der Schwingungszahl ν nach (41) und (50):

$$S = b\left(\frac{\nu}{\vartheta} + \frac{1}{a}\right) e^{-\frac{a\nu}{\vartheta}},$$

die Intensität der Entropiestrahlung von der Schwingungszahl ν nach irgend einer Richtung gemäss (43) und (51):

$$\mathfrak{L} = \frac{b\nu^2}{c^2}\left(\frac{\nu}{\vartheta} + \frac{1}{a}\right) e^{-\frac{a\nu}{\vartheta}},$$

die Intensität der gesammten Entropiestrahlung nach irgend einer Richtung gemäss (44):

$$L = 2\int_0^\infty \mathfrak{L}\, d\nu = \frac{16 b \vartheta^3}{c^2 a^4},$$

schliesslich die räumliche Dichtigkeit der Entropie des Feldes nach (45):

$$s = \frac{4\pi L}{c} = \frac{64\pi b \vartheta^3}{c^3 a^4}, \tag{54}$$

die sich aus den Entropiedichten $\mathfrak{s}$ der einzelnen Schwingungszahlen folgendermaassen zusammensetzt:

$$s = \int_0^\infty \mathfrak{S} d\nu$$

$$\mathfrak{S} = \frac{8\pi\mathfrak{L}}{c} = \frac{8\pi b\nu^2}{c^3}\left(\frac{\nu}{\vartheta} + \frac{1}{a}\right)e^{-\frac{a\nu}{\vartheta}}.$$

Dass bei den hier angegebenen Werthen die totale Entropie S_t des Systems wirklich ihr absolutes Maximum besitzt, kann man leicht aus der Bildung der ersten und zweiten Variation von S_t beweisen.

Dritter Abschnitt.

Thermodynamische Folgerungen.

§ 20. Thermodynamische Entropie der Strahlung.

Sobald man die elektrodynamische Natur der Licht- und Wärmestrahlung anerkennt, gewinnt der im vorigen Abschnitt behandelte stationäre Strahlungszustand eine principielle thermodynamische Bedeutung. Denn nach einem von G. Kirchhoff abgeleiteten und dann namentlich von Hrn. W. Wien[1] zu wichtigen Schlussfolgerungen benutzten Satze ist die Wärmestrahlung, welche sich in einem rings von gleichmässig temperirten Körpern genügender Dicke umschlossenen Vacuum herausbildet, nicht abhängig von der Beschaffenheit der Körper, sondern vollkommen bestimmt durch einen einzigen Parameter: die Temperatur. Die Strahlung ist also die nämliche, wie wenn die umgebenden Körper sich gegen das Vacuum vollkommen »schwarz« verhielten.

Derselbe Satz gilt selbstverständlich auch dann, wenn die Wände des Vacuums absolut spiegeln und wenn die Körper irgendwie im Vacuum eingebettet sind, vorausgesetzt nur, dass aus jedem Spectralbezirk wenigstens an Einer Stelle des Systems Strahlen in endlichem Betrage emittirt werden. Ist nämlich diese letztere Bedingung nicht erfüllt, so könnte im Vacuum auch ein in gewissem Sinne labiler Strahlungszustand zu Stande kommen, in welchem einzelne Farben ganz fehlen.

Da nun nach dem genannten Satze die Zahl, die Grösse und die Natur der im Vacuum befindlichen emittirenden und absorbirenden Körper für die Beschaffenheit der stationären Strahlung völlig gleichgültig ist, so wird man ohne weiteres zu dem Schlusse gedrängt, dass auch der in dem vorhergehenden Abschnitt behandelte stationäre Strahlungszustand des Vacuums die Bedingungen der Strahlung des schwarzen Körpers erfüllt, ganz ohne

[1] W. Wien, Wied. Ann. 52, S. 133, 1894.



Rücksicht auf die Frage, ob die dort vorausgesetzten elektromagnetischen Resonatoren mit den Centren der Wärmestrahlung in bestimmten wirklichen Körpern eine grössere oder geringere Ähnlichkeit aufweisen.

Zu ganz demselben Schluss führt eine andere Überlegung. Der zweite Hauptsatz der Wärmetheorie verlangt bekanntlich, dass nicht nur der ruhenden, sondern auch der strahlenden Wärme eine bestimmte Entropie zukommt[1]; denn wenn ein Körper Wärme durch Ausstrahlung verliert, so nimmt seine Entropie ab, und es muss nach dem Princip der Vermehrung der Entropie als Compensation anderswo eine Entropiezunahme eintreten, die in dem genannten Fall ihren Sitz nur in der entstandenen Wärmestrahlung haben kann. Wenn nun thermische und elektromagnetische Strahlung identificirt werden, so bleibt nichts übrig, als auch die thermische Strahlungsentropie, die doch durch die Beschaffenheit der Strahlung selber vollständig bestimmt sein muss, mit der elektromagnetischen vollständig zu identificiren. Indem wir diess thun, gelangen wir wiederum zu der Folgerung, dass der dem absoluten Maximum der Entropie entsprechende stationäre Strahlungszustand zugleich den Gleichgewichtszustand der Wärmestrahlung, also die Strahlung des schwarzen Körpers ergibt.

Aus der Identificirung der thermodynamischen mit der elektromagnetischen Entropie fliessen nun eine Reihe von Beziehungen zwischen thermischen und elektrischen Grössen, deren wichtigste in den folgenden Paragraphen besprochen werden sollen.

§ 21. Elektromagnetische Definition der Temperatur.

Durch die Entropie eines im thermodynamischen Gleichgewicht befindlichen Systems ist auch seine Temperatur bestimmt. Denn die absolute Temperatur ist das Verhältniss einer unendlich kleinen dem System zugeführten Wärmemenge zu der dadurch verursachten Entropieänderung, falls das System während der Zustandsänderung im thermodynamischen Gleichgewicht gehalten wird. Nehmen wir also etwa die Volumeneinheit des von der stationären Strahlung erfüllten Vacuums und halten das Volumen constant und die Strahlung stationär, so ist die Energie des Systems u, und der Betrag einer dem System zugeführten unendlich kleinen Wärmemenge gleich der Energieänderung, also nach (53):

$$du = \frac{192\pi b \vartheta^3}{c^3 a^4} \cdot d\vartheta$$

[1] Vergl. W. Wien, a. a. O.

ferner die dadurch verursachte Änderung der Entropie s des Systems nach (54):

$$ds = \frac{192\pi b \vartheta^2}{c^3 a^4} \cdot d\vartheta$$

also die absolute Temperatur gleich dem Verhältniss:

$$du : ds = \vartheta.$$

Die absolute Temperatur des im stationären Strahlungszustand befindlichen Vacuums ist also nichts anderes als der im § 19 eingeführte rein elektromagnetisch definirte Parameter ϑ, von welchem alle Eigenschaften dieses Zustandes in der dort schon berechneten Weise abhängen. Daher ist nach (51) die reciproke Temperatur eines geradlinig polarisirten monochromatischen Strahles von der Schwingungszahl ν und der Intensität $\mathfrak{K}$:

$$\frac{1}{\vartheta} = \frac{1}{a\nu} \log \frac{b\nu^3}{c^2 \mathfrak{K}}.$$

Wenn die Bedingungen des stationären Zustandes nicht erfüllt sind, sondern wenn beliebige Strahlungsvorgänge im Vacuum stattfinden, so kann man nicht mehr von der Temperatur eines bestimmten Ortes, ja nicht einmal mehr von der Temperatur der Strahlung in einer bestimmten Richtung reden, sondern man muss jedem einzelnen geradlinig polarisirten monochromatischen Strahl eine besondere Temperatur zuschreiben, welche durch seine Intensität und durch seine Schwingungszahl nach der letzten Gleichung bestimmt ist.[1] Diese seine Temperatur behält der Strahl beim Fortschreiten zugleich mit seiner Intensität unverändert bei, auch wenn er z. B. durch einen Brennpunkt hindurchgeht, so lange bis er getheilt oder absorbirt wird.

Andererseits besitzt jeder Resonator eine ganz bestimmte, durch (50) gegebene Temperatur. Der stationäre Strahlungszustand kann dann auch dadurch charakterisirt werden, dass alle Resonatoren und alle monochromatischen Strahlen des Systems die nämliche Temperatur besitzen.

§ 22. Abhängigkeit der Gesammtstrahlung von der Temperatur.

Die Gesammtintensität der Energiestrahlung nach irgend einer Richtung ist gegeben durch den Ausdruck von K in (52), welcher, insofern er der vierten Potenz der Temperatur proportional ist, das bekannte Stefan-Boltzmann'sche Gesetz ausspricht, dessen Gültigkeit auf thermo-

[1] Die Nothwendigkeit einer derartigen Erweiterung des Temperaturbegriffs ist wohl zuerst von Hrn. E. Wiedemann betont worden. Wied. Ann. 34, S. 448, 1888. Vergl. auch W. Wien, a. a. O. S. 132.



dynamischem Wege von Hrn. L. Boltzmann[1] begründet wurde und neuerdings durch die Untersuchungen der HH. O. Lummer und E. Pringsheim[2], wenigstens innerhalb des Temperaturintervalls von $\vartheta = 290°$ bis $\vartheta = 1560°$, eine merkliche experimentelle Bestätigung erhalten hat.

§ 23. Vertheilung der Energie im Normalspectrum.

Das Gesetz, nach welchem sich bei der stationären Strahlung die Gesammtstrahlungsintensität K auf die Strahlungsintensitäten $\mathfrak{K}$ der einzelnen Schwingungszahlen vertheilt, ist gegeben durch die Gleichung (51). Da dieses Gesetz gewöhnlich nicht auf Schwingungszahlen ν, sondern auf Wellenlängen λ bezogen wird, so wollen wir auch hier die bezügliche Umformung vornehmen, indem wir mit $E_\lambda d\lambda$ die gesammte (unpolarisirte) zwischen den Wellenlängen λ und $\lambda + d\lambda$ gelegene Strahlung in irgend einer Richtung bezeichnen. Dann ist nach (25):

$$K = 2\int_0^\infty \mathfrak{K} d\nu = \int_0^\infty E_\lambda d\lambda.$$

Folglich, wenn man im ersten Integral statt ν

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

als Integrationsvariabele einführt, da:

$$d\nu = -\frac{c d\lambda}{\lambda^2},$$

$$\int_0^\infty E_\lambda d\lambda = 2c\int_0^\infty \frac{\mathfrak{K}}{\lambda^2} d\lambda,$$

und daraus folgt:

$$E_\lambda = \frac{2c\mathfrak{K}}{\lambda^2},$$

oder nach (51), mit Einführung von λ statt ν:

$$E_\lambda = \frac{2c^2 b}{\lambda^5} \cdot e^{-\frac{ac}{\lambda\vartheta}}. \qquad (55)$$

Diess ist genau das von Hrn. W. Wien[3] aufgestellte Energievertheilungsgesetz, dessen wenigstens sehr angenäherte Gültigkeit gerade in neuerer Zeit durch die fortgesetzten Untersuchungen der HH. F. Paschen[4], F. Paschen und H. Wanner[5], O. Lummer und E. Pringsheim[6], F. Paschen[7] dargethan worden ist.

[1] Wied. Ann. 22, S. 291, 1884.
[2] Wied. Ann. 63, S. 395, 1897.
[3] Wied. Ann. 58, S. 662, 1896.
[4] Wied. Ann. 60, S. 662, 1897.
[5] Diese Berichte, Sitzung vom 12. Januar 1899.
[6] Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 3. Februar 1899.
[7] Diese Berichte, Sitzung vom 27. April 1899.

Hr. Wien hat sein Gesetz auf Grund gewisser Voraussetzungen über die Zahl der in der Volumeneinheit befindlichen Strahlungscentren und der Geschwindigkeit ihrer Bewegung abgeleitet; in der hier entwickelten Theorie spielen diese Grössen keine Rolle, sondern das Gesetz erscheint als eine nothwendige Folge der im § 17 aufgestellten Definition der elektromagnetischen Entropie der Strahlung; die Frage nach der Nothwendigkeit des Gesetzes fällt also zusammen mit der Frage nach der Nothwendigkeit jener Definition. Ich habe mich wiederholt bemüht, den Ausdruck (41) für die elektromagnetische Entropie eines Resonators, durch welchen dann auch der Ausdruck (43) für die Entropie der Strahlung bedingt ist, so abzuändern bez. zu verallgemeinern, dass er immer noch allen theoretisch wohlbegründeten elektromagnetischen und thermodynamischen Gesetzen Genüge leistet, aber es ist mir diess nicht gelungen. So z. B. könnte man die Entropie eines Resonators statt durch (41) allgemeiner folgendermaassen definiren:

$$S = -\frac{U}{f(\nu)} \cdot \log \frac{U}{\varphi(\nu)},$$

wobei $f(\nu)$ und $\varphi(\nu)$ unbestimmte positive Functionen der Schwingungszahl ν sind. Dann würde zwar bei den im § 18 untersuchten elektromagnetischen Vorgängen das Princip der Vermehrung der Entropie erfüllt, aber man erhielte dann statt (50) als reciproke Temperatur des Resonators den Ausdruck:

$$\frac{1}{\vartheta} = -\frac{1}{f(\nu)} \cdot \log \frac{eU}{\varphi(\nu)},$$

also:

$$U = \frac{\varphi(\nu)}{e} \cdot e^{-\frac{f(\nu)}{\vartheta}}$$

und als Energievertheilungsgesetz aus (49) statt (51):

$$\mathfrak{K} = \frac{\nu^2 \varphi(\nu)}{c^2 e} \cdot e^{-\frac{f(\nu)}{\vartheta}}. \qquad (56)$$

Diess ist nun gerade diejenige Form des Energievertheilungsgesetzes, zu welcher Hr. Wien auf Grund der oben erwähnten Voraussetzungen gelangte und von welcher er nachgewiesen hat, dass sie auf Grund zuverlässig begründeter Schlussfolgerungen zu der speciellen von ihm angegebenen Form führt.

Versucht man dagegen irgend eine von (56) abweichende Form des Energievertheilungsgesetzes zu Grunde zu legen und berechnet daraus rückwärts den Ausdruck der Entropie, so trifft man immer auf Widersprüche mit dem im § 18 bewiesenen Satze der Vermehrung der Entropie.

Ich glaube hieraus schliessen zu müssen, dass die im § 17 gegebene Definition der Strahlungsentropie und damit auch das Wien'sche Energievertheilungsgesetz eine nothwendige Folge der Anwendung des Princips der Vermehrung der Entropie auf die elektromagnetische Strahlungstheorie ist und dass daher die Grenzen der Gültigkeit dieses Gesetzes, falls solche überhaupt existiren, mit denen des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie zusammenfallen. Natürlich gewinnt eben dadurch die weitere experimentelle Prüfung dieses Gesetzes ein um so grösseres principielles Interesse.

§ 24. Strahlung in einem beliebigen Medium.

Wenn die Resonatoren nicht im Vacuum, sondern in einem beliebigen diathermanen Medium eingebettet sind, so erleiden die oben abgeleiteten Formeln dadurch eine Abänderung, dass statt der Lichtgeschwindigkeit c im Vacuum die im Dielektricum c' auftritt. Demgemäss beträgt in einem solchen Medium die Gesammtstrahlungsintensität eines schwarzen Körpers von der Temperatur ϑ normal zu seiner Oberfläche nach (52):

$$K' = \frac{12 b \vartheta^4}{c'^2 a^4}$$

oder:

$$K : K' = \frac{1}{c^2} : \frac{1}{c'^2}.$$

D. h. die Strahlungsintensitäten des schwarzen Körpers in zwei verschiedenen diathermanen Medien bei der nämlichen Temperatur verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Lichtgeschwindigkeiten, — der bekannte, zuerst von G. Kirchhoff, später von R. Clausius bewiesene Satz.

Hierbei mag noch auf den bekannten Umstand hingewiesen werden, dass ein Körper, der im Vacuum schwarz erscheint, diese Eigenschaft nothwendig verliert, wenn er in ein Medium mit einer von c verschiedenen Lichtgeschwindigkeit gebracht wird. Ob also ein Körper schwarz ist oder nicht, hängt nicht allein von seiner eigenen Beschaffenheit ab, sondern auch von der des angrenzenden Mediums. Aus diesem Grunde dürfte es für die Klarheit der Ausdrucksweise in manchen Fällen förderlich sein, in erster Linie nicht von schwarzen »Körpern«, sondern von schwarzen »Oberflächen« zu sprechen: das sind solche Oberflächen, an denen keine Reflexion stattfindet. Das Kriterium eines schwarzen »Körpers« ist verwickelter: es gehört dazu nothwendig erstens eine schwarze Oberfläche, zweitens aber auch für jede Strahlenart eine gewisse Dicke des Körpers, deren Mindestbetrag

durch das Absorptionsvermögen der Substanz für diese Strahlenart bestimmt wird. Durch die Trennung dieser beiden für den Begriff des schwarzen Körpers wesentlichen, von einander aber ganz unabhängigen Bedingungen wird die Verschiedenheit der physikalischen Vorgänge an der Grenze und derer im Innern schärfer zum Ausdruck gebracht. Denn auch bei den stark absorbirenden und emittirenden Substanzen ist kaum eine andere Auffassung möglich, als dass ihre Strahlung nach aussen nicht von ihrer Oberfläche, sondern aus ihrem Innern stammt, und dass die Oberfläche lediglich die Bedeutung hat, die von innen kommenden Strahlen theils durch Reflexion in das Innere zurückzuwerfen, theils durch Refraction nach aussen austreten zu lassen.[1]

§ 25. Zahlenwerthe.

Die Werthe der universellen Constanten a und b lassen sich mit Hülfe der vorliegenden Messungen mit ziemlicher Annäherung berechnen.

Hr. F. Kurlbaum[2] hat gefunden, dass, wenn man mit S_t die gesammte Energie bezeichnet, die von 1^{qcm} eines auf t° Cels. befindlichen schwarzen Körpers in 1 Secunde in die Luft gestrahlt wird:

$$S_{100} - S_0 = 0.01763 \text{ gr. cal.}$$

Andererseits beträgt nach (52) die gesammte von der Flächeneinheit eines schwarzen Körpers in der Zeiteinheit nach allen Richtungen des Halbraumes ausgestrahlte Energie:

$$\int K \cos\vartheta \, d\Omega = K \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\vartheta \sin\vartheta d\vartheta = \pi K$$

$$= \frac{12\pi b \vartheta^4}{c^2 a^4}.$$

Folglich, wenn das mechanische Wärmeaequivalent zu $419 \cdot 10^5$ angenommen wird, im absoluten C.G.S.-Maasse:

$$\frac{12\pi b (373^4 - 273^4)}{c^2 a^4} = 0.01763 \cdot 419 \cdot 10^5$$

oder, da $c = 3 \cdot 10^{10}$:

$$\frac{b}{a^4} = 1.278 \cdot 10^{15}. \qquad (57)$$

---

[1] Diese Auffassung findet sich näher ausgeführt bei folgenden Autoren: E. Lommel, Wied. Ann. 10, S. 449, 1880; E. Lecher, Wied. Ann. 17, S. 477, 1882; P. H. Dojes, Verhandelingen der Kon. Akad. van Wetensch. Amsterdam, 1. Sectie 3, No. 4, 1896 (Wied. Beibl. 20, S. 125, 1896); Smoluchowski de Smolan, Journ. de Phys. (3) 5, p. 488, 1896; W. von Uljanin, Wied. Ann. 62, S. 528, 1897; F. Kurlbaum, Wied. Ann. 67, S. 846, 1899.

[2] Wied. Ann. 65, S. 754, 1898.

Ferner ist von Hrn. F. PASCHEN[1] als Mittel aus seinen besten Beobachtungen der Werth der Constanten im Exponenten der WIEN-schen Formel (55) zu 14455 [$\mu \times$ Celsiusgrad] angegeben worden. Diess ergibt, bezogen auf cm:

$$ac = 1.4455$$

oder:

$$a = 0.4818 \cdot 10^{-10} \text{ [sec} \times \text{Celsiusgrad]}$$

und daraus nach (57):

$$b = 6.885 \cdot 10^{-27} \text{ [erg} \times \text{sec]}.$$

§ 26. Natürliche Maasseinheiten.

Alle bisher in Gebrauch genommenen physikalischen Maasssysteme, auch das sogenannte absolute C. G. S.-System, verdanken ihren Ursprung insofern dem Zusammentreffen zufälliger Umstände, als die Wahl der jedem System zu Grunde liegenden Einheiten nicht nach allgemeinen, nothwendig für alle Orte und Zeiten bedeutungsvollen Gesichtspunkten, sondern wesentlich mit Rücksicht auf die speciellen Bedürfnisse unserer irdischen Cultur getroffen ist. So sind die Einheiten der Länge und der Zeit aus den gegenwärtigen Dimensionen und der gegenwärtigen Bewegung unseres Planeten hergeleitet worden, ferner die Einheit der Masse und der Temperatur aus der Dichte und den Fundamentalpunkten des Wassers, als derjenigen Flüssigkeit, die an der Erdoberfläche die wichtigste Rolle spielt, genommen bei einem Druck, der der mittleren Beschaffenheit der uns umgebenden Atmosphaere entspricht. An dieser Willkür würde principiell auch nichts Wesentliches geändert werden, wenn etwa zur Längeneinheit die unveränderliche Wellenlänge des Na-Lichtes genommen würde. Denn die Auswahl gerade des Na unter den vielen chemischen Elementen könnte wiederum nur etwa durch sein häufiges Vorkommen auf der Erde oder etwa durch seine glänzende Doppellinie, die keineswegs einzig in ihrer Art dasteht, gerechtfertigt werden. Es wäre daher sehr wohl denkbar, dass zu einer anderen Zeit, unter veränderten äusseren Bedingungen, jedes der bisher in Gebrauch genommenen Maasssysteme seine ursprüngliche natürliche Bedeutung theilweise oder gänzlich verlieren würde.

Dem gegenüber dürfte es nicht ohne Interesse sein zu bemerken, dass mit Zuhülfenahme der beiden in dem Ausdruck (41) der Strahlungsentropie auftretenden Constanten a und b die Möglichkeit gegeben ist, Einheiten für Länge, Masse, Zeit und Temperatur aufzustellen, welche, unabhängig von speciellen Körpern oder Substanzen, ihre Bedeutung für alle Zeiten und für alle, auch ausserirdische und

[1] Diese Berichte, Sitzung vom 27. April 1899.

aussermenschliche Culturen nothwendig behalten und welche daher als »natürliche Maasseinheiten« bezeichnet werden können.

Die Mittel zur Festsetzung der vier Einheiten für Länge, Masse, Zeit und Temperatur werden gegeben durch die beiden erwähnten Constanten a und b, ferner durch die Grösse der Lichtfortpflanzungsgeschwindigkeit c im Vacuum und durch die der Gravitationsconstante f. Bezogen auf Centimeter, Gramm, Secunde und Celsiusgrad sind die Zahlenwerthe dieser vier Constanten die folgenden:

$$a = 0.4818 \cdot 10^{-10} [\text{sec} \times \text{Celsiusgrad}]$$

$$b = 6.885 \cdot 10^{-27} \left[\frac{\text{cm}^2 \text{gr}}{\text{sec}}\right]$$

$$c = 3.00 \cdot 10^{10} \left[\frac{\text{cm}}{\text{sec}}\right]$$

$$f = 6.685 \cdot 10^{-8} \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{gr. sec}^2}\right] {}^{1}.$$

Wählt man nun die »natürlichen Einheiten« so, dass in dem neuen Maasssystem jede der vorstehenden vier Constanten den Werth 1 annimmt, so erhält man als Einheit der Länge die Grösse:

$$\sqrt{\frac{bf}{c^3}} = 4.13 \cdot 10^{-33} \text{cm},$$

als Einheit der Masse:

$$\sqrt{\frac{bc}{f}} = 5.56 \cdot 10^{-5} \text{gr},$$

als Einheit der Zeit:

$$\sqrt{\frac{bf}{c^5}} = 1.38 \cdot 10^{-43} \text{sec},$$

als Einheit der Temperatur:

$$a\sqrt{\frac{c^5}{bf}} = 3.50 \cdot 10^{32} {}^\circ \text{Cels}.$$

Diese Grössen behalten ihre natürliche Bedeutung so lange bei, als die Gesetze der Gravitation, der Lichtfortpflanzung im Vacuum und die beiden Hauptsätze der Wärmetheorie in Gültigkeit bleiben, sie müssen also, von den verschiedensten Intelligenzen nach den verschiedensten Methoden gemessen, sich immer wieder als die nämlichen ergeben.

[1] F. Richarz und O. Krigar-Menzel, Anhang zu den Abhandlungen dies... demie vom Jahre 1898 S. 110, im Auszug: Wied. Ann. 66, S. 190, 1898.

Ausgegeben am 1. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichs-

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. XXV.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1897 . . . . ℳ. 24.—

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . ℳ. 4.50

» Mathematische Abhandlungen . . . . » 3.50

» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 14.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . ℳ. 2.50

ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50

KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS . . . . » 0.80

HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. TH. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) . . . . » 6.—

WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—

VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—

DÜMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH . . . . » 1.—

ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND . . . . » 1.—

DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH . . . . » 1.—

KOPSCH: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . ℳ. 1.50

FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—

KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . » 2.50

BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . » 3.—

RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—

SCHUMANN: Die Verbreitung der *Cactaceae* im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . » 5.50

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 . . . . ℳ. 12 —

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . ℳ. 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.



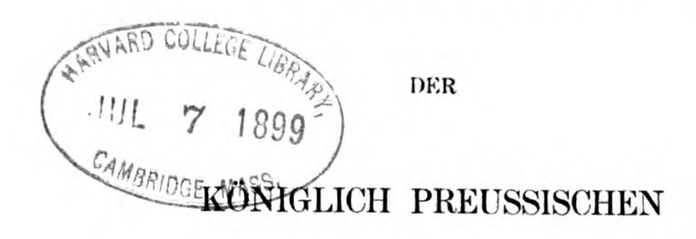
Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung . . . . *M.* 1.—
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen . . . . » 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung . . . . . » 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen » 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente. » 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen . . . . » 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien . . . . » 1.—
Weber: vedische Beiträge. VII. . . . . » 1.—
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm » 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX. . . . . . » 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter . . . . . » 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei . . . . » 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos . . . . » 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte . . . . . » 1.—
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären . . . . . » 1.—
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken » 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine . . . . » 0.50
Vogel: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius . » 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen . . . . » 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums . . . . » 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen . . . . » 1.—
Ziebarth: neue attische Grenzsteine . . . . » 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament . . . . » 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus* . . . . » 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X. . . . . . . » 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI. . . . . . » 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos . . . . » 1.—
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben . . . . » 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert . . . » 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction . . . . *M.* 0.50
Virchow: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung . . . . » 0.50
Salomon: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard . . . . » 0.50
Leiss: Index- und Strahlenflächen . . . . » 0.50
Schwendener: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria* . . . » 0.50
Schwendener: über den Öffnungsmechanismus der Antheren . . . . » 0.50
Rosenbusch: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen . . . . . . » 0.50
Belck und Lehmann: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien . . . . » 0.50
Lipschitz: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken . . . . » 0.50
Hamburger: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung » 0.50
Harnack: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese . . . . » 1.—
Fuchs: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen . . . . » 0.50
Schulze: zur Histologie der Hexactinelliden . . . . » 0.50
Ludwig: Jugendformen von Ophiuren . . . . » 1.—
Lüdeling: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen . . . . » 0.50
Thilenius: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der *Hatteria punctata* . » 0.50
Waldeyer: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre . . . . » 0.50
Vahlen: Bemerkungen zum Ennius . . . . » 0.50
Kekule von Stradonitz: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen . » 0.50
von Bezold: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre . . . . . » 0.50
Joh. Schmidt: die elischen Verba auf -ειω und der urgriechische Declinationsablaut der Nomina auf -ευς » 0.50
Harnack: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28 . . . . » 0.50
Frobenius: über die Composition der Charaktere einer Gruppe . . . . » 0.50
Klein: optische Studien I. . . . . » 1.—
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. . . . . » 0.50
Lohmann: Auftrieb von Messina . . . . » 1.—
Paschen: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen » 0.50
Wilsing: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne . . . . » 0.50
Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) . . . . » 2.—

SITZUNGSBERICHTE



DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXVI. XXVII.

1. Juni 1899.

MIT TAFEL IV und V.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.



1899.

XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

1. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

1. Hr. FROBENIUS las über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. (II.)

Jedem der Charaktere einer endlichen Gruppe entspricht eine und nur eine primitive Darstellung der Gruppe durch lineare Substitutionen. Zur Berechnung ihrer Coefficienten genügt die Kenntniss einer einzigen Lösung eines bestimmten Systems linearer und quadratischer Gleichungen. Aus den primitiven Darstellungen der Gruppe lässt sich jede ihrer Darstellungen zusammensetzen, und zwar nur auf eine Weise.

2. Hr. VON BEZOLD überreichte die neuesten Veröffentlichungen des Königlichen Meteorologischen Instituts: Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung im Jahre 1894. Berlin 1898; Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1897. Berlin 1899; Bericht über die Internationale Meteorologische Conferenz in Paris 1896. Berlin 1899; Regenkarte der Provinz Schlesien, bearbeitet von G. HELLMANN. Berlin 1899.

Über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II.

Von G. Frobenius.

Den h verschiedenen Elementen $A, B, C, \cdots$ einer endlichen Gruppe $\mathfrak{H}$ seien h homogene lineare Substitutionen $a, b, c, \cdots$ von n Variabelen so zugeordnet, dass immer, wenn $AB = C$ ist, auch $ab = c$ ist. Dann bilden diese Substitutionen eine Gruppe, die mit $\mathfrak{H}$ holoedrisch oder meroedrisch isomorph ist, oder, anders ausgedrückt, die Substitutionen bilden eine *Darstellung* der Gruppe $\mathfrak{H}$. Unter den Zeichen $a, b, c, \cdots$ kann man auch die Matrizen der Substitutionen verstehen, unter ab die aus a und b zusammengesetzte Matrix.

Aus der gegebenen Darstellung kann man eine neue ableiten, indem man in den Substitutionen andere Variabele einführt. Dies Verfahren kommt darauf hinaus, dass man die Matrizen $a, b, c, \cdots$ durch $p^{-1}ap, p^{-1}bp, p^{-1}cp, \cdots$ ersetzt, wo p eine beliebige Matrix von nicht verschwindender Determinante ist. Zwei solche Darstellungen habe ich in dem ersten Theile dieser Arbeit (Sitzungsberichte 1897, im Folgenden mit *D.* citirt, § 2) als *aequivalent* bezeichnet.

Kennt man für dieselbe Gruppe $\mathfrak{H}$ eine zweite Darstellung durch die Matrizen $a', b', c' \cdots$ des Grades n', so bilden die Matrizen

$$\begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & a' \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} b & 0 \\ 0 & b' \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c & 0 \\ 0 & c' \end{pmatrix}, \cdots$$

eine neue Darstellung des Grades $n + n'$. Dabei ist auch der Fall nicht ausgeschlossen, dass die zweite Darstellung mit der ersten identisch oder aequivalent ist. In der nämlichen Weise kann man aus mehreren bekannten, gleichen oder verschiedenen Darstellungen eine neue ableiten. Diese Gruppe von Substitutionen kann unter Umständen der Gruppe $\mathfrak{H}$ holoedrisch isomorph sein, trotzdem die gegebenen Darstellungen ihr nur meroedrisch isomorph waren; und dies ist der Grund, weshalb bei der Untersuchung aller Darstellungen einer gegebenen Gruppe $\mathfrak{H}$ auch die nicht ausgeschlossen werden dürfen, die in Wirklichkeit eine mit $\mathfrak{H}$ meroedrisch isomorphe Gruppe darstellen.

Jede Darstellung, die in der oben erörterten Art aus mehreren erhalten wird, nenne ich eine *zerfallende* oder *zerlegbare*, und jede Darstellung, die einer zerfallenden aequivalent ist, eine *imprimitive* oder *reducibele*. Ist eine Darstellung aber keiner zerlegbaren aequivalent, so nenne ich sie eine *primitive* oder *irreducibele* (vergl. die frühere vorläufige Definition *D.* § 5).

Betrachtet man aequivalente Darstellungen nicht als verschieden, so giebt es nur eine endliche Anzahl verschiedener primitiver Darstellungen einer Gruppe $\mathfrak{H}$ durch lineare Substitutionen oder ihre Matrizen. Diese Zahl k ist gleich der Anzahl der Classen conjugirter Elemente, worin die Elemente von $\mathfrak{H}$ zerfallen. Jede imprimitive Darstellung ist einer anderen aequivalent, die in lauter primitive Darstellungen zerfällt, wobei aber jede einzelne der k primitiven Darstellungen mehrfach auftreten kann. Und zwar ist eine solche Zerlegung nur in einer Art möglich.

Seien $x_A, x_B, x_C, \cdots$ h unabhängige Variabele, und sei

$$\Theta = |x_{PQ^{-1}}| = \Phi^f \Phi'^{f'} \Phi''^{f''} \cdots$$

die Determinante der Gruppe $\mathfrak{H}$, und $\Phi, \Phi', \Phi'', \cdots$ ihre verschiedenen Primfactoren. Bilden die Matrizen n^{ten} Grades $a, b, c, \cdots$ eine Darstellung von $\mathfrak{H}$, so nenne ich (*D.* § 2) die Matrix n^{ten} Grades $ax_A + bx_B + cx_C + \cdots$ die der Darstellung von $\mathfrak{H}$ entsprechende Matrix oder eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix. Ihre n^2 Elemente sind lineare Functionen der h Variabelen $x_A, x_B, x_C, \cdots$, ihre Determinante

$$|ax_A + bx_B + cx_C + \cdots| = \Phi^s \Phi'^{s'} \Phi''^{s''} \cdots$$

ist ein Product von Primfactoren der Gruppendeterminante. Umgekehrt entspricht jedem solchen Producte eine und nur eine Darstellung von $\mathfrak{H}$, d. h. zwei Darstellungen, deren entsprechende Matrizen gleiche Determinanten haben, sind aequivalent. Einem jeden der k Primfactoren Φ der Gruppendeterminante Θ entspricht eine der k primitiven Darstellungen, die ich mit $[\Phi]$ bezeichnen will. Einem Producte $\Phi^s \Phi'^{s'} \cdots$ entspricht eine Darstellung, die in s Darstellungen $[\Phi]$, s' Darstellungen $[\Phi']$, $\cdots$ zerfällt. Durch die Untersuchung der Determinante der Matrix, die einer gegebenen Darstellung entspricht, kann man daher erkennen, ob die Darstellung eine primitive ist oder nicht, und im letzteren Falle, in welche primitive Darstellungen sie zerlegt werden kann.

Die hier entwickelten durch ihre Einfachheit ausgezeichneten Resultate bilden den Abschluss meiner allgemeinen Untersuchungen über die Gruppendeterminante. Auf einem anderen Wege hat sie MOLIEN in der *D.* § 4 citirten Arbeit erhalten.

Zum Schluss gehe ich auf die Herstellung der primitiven Darstellungen näher ein. Um eine solche zu erhalten, braucht man nur eine Lösung eines gewissen Systems von linearen und quadratischen Gleichungen zu berechnen. Jede solche Lösung nenne ich daher ein die Darstellung determinirendes Werthsystem.

§ 1.

In der Matrix f^{ten} Grades u seien die Elemente

$$u_{\alpha\beta} \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \cdots f)$$

f^2 von einander unabhängige Variabele. Seien $v_{\alpha\beta}$ f^2 andere Variabele, und sei

$$w_{\alpha\beta} = u_{\alpha 1} v_{1\beta} + u_{\alpha 2} v_{2\beta} + \cdots + u_{\alpha f} v_{f\beta}.$$

Geht dann die Matrix u in v oder w über, falls man $u_{\alpha\beta}$ durch $v_{\alpha\beta}$ oder $w_{\alpha\beta}$ ersetzt, so ist $w = uv$.

Die n^2 Elemente $x_{\varkappa\lambda}$ der Matrix n^{ten} Grades X seien lineare Functionen der f^2 Variabelen $u_{\alpha\beta}$. Sie gehe in Y oder Z über, wenn man $u_{\alpha\beta}$ durch $v_{\alpha\beta}$ oder $w_{\alpha\beta}$ ersetzt. Wir wollen untersuchen, wie jene linearen Functionen beschaffen sein müssen, damit $Z = XY$ sei, wenn $w = uv$ ist. Ich beschränke mich dabei auf den Fall, wo die Determinante $|X|$ von Null verschieden ist.

Hat X jene Eigenschaft, so hat sie auch PXP^{-1}, wo P eine Matrix von n^2 constanten Elementen und $|P|$ von Null verschieden ist. Ist ferner 0 die Matrix f^{ten} Grades, deren Elemente sämmtlich verschwinden, und ist $n = fg$ ein Vielfaches von f, so hat

$$U = \begin{matrix} u & 0 & 0 & \cdots \\ 0 & u & 0 & \cdots \\ 0 & 0 & u & \cdots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots \end{matrix}$$

die verlangte Eigenschaft, und ebenso $P^{-1}UP = X$. Ich will nun umgekehrt zeigen: Ist X eine beliebige Matrix der betrachteten Art, so muss $n = fg$ ein Vielfaches von f sein, und man kann eine constante Matrix P so bestimmen, dass $PXP^{-1} = U$ wird.

Ist B die Hauptmatrix des Grades g, so kann man die Matrix U des Grades fg durch eine gewisse Umstellung der Zeilen und die gleiche Umstellung der Spalten auf die Form

$$V = \begin{pmatrix} u_{11}B & u_{12}B & \cdots & u_{1f}B \\ u_{21}B & u_{22}B & \cdots & u_{2f}B \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ u_{f1}B & u_{f2}B & \cdots & u_{ff}B \end{pmatrix}$$

bringen. Die Umstellung der Spalten erfolgt durch Composition von U mit einer Matrix Q, bei der in jeder Zeile und in jeder Spalte

ein Element gleich 1, die anderen gleich 0 sind. Führt man dann in UQ die nämliche Umstellung der Zeilen aus, so erhält man $Q'UQ$, wo Q' die zu Q conjugirte Matrix ist. Da aber Q eine orthogonale Matrix ist, so ist $Q' = Q^{-1}$, also $V = Q^{-1}UQ$.

Da die Elemente der Matrix X lineare Functionen von $u_{11}, u_{12}, \cdots, u_{ff}$ sind, so kann man $X = \Sigma A_{\alpha\beta} u_{\alpha\beta}$ setzen, wo $A_{\alpha\beta}$ eine constante Matrix n^{ten} Grades ist. Nun soll $XY = Z$ sein, also

$$(\Sigma A_{\alpha\beta} u_{\alpha\beta})(\Sigma A_{\gamma\delta} v_{\gamma\delta}) = \Sigma A_{\alpha\gamma} w_{\alpha\gamma} = \Sigma A_{\alpha\gamma} u_{\alpha\beta} v_{\beta\gamma}.$$

Daher ist $A_{\alpha\beta} A_{\gamma\delta} = 0$, wenn β von γ verschieden ist, dagegen $A_{\alpha\beta} A_{\beta\gamma} = A_{\alpha\gamma}$. Da $A_{11}^2 = A_{11}$ ist, so ist

$$|A_{11} + rE| = r^{n-g_1}(1+r)^{g_1}.$$

Wäre $g_1 = 0$, so wäre $A_{11} = 0$, also auch $A_{\alpha\beta} = A_{\alpha 1} A_{11} A_{1\beta} = 0$. Daher ist $g_1 > 0$, und man kann P so bestimmen, dass $P^{-1}A_{11}P$ eine Matrix wird, worin $c_{11} = \cdots c_{g_1, g_1} = 1$, alle anderen Elemente gleich Null sind. Wir denken uns X durch $P^{-1}XP$ ersetzt, nehmen also an, dass A_{11} selbst jene Matrix ist. Nun ist $A_{11}A_{22} = A_{22}A_{11} = 0$, und mithin sind in A_{22} die Elemente der ersten g_1 Zeilen und Spalten sämmtlich Null, so dass man A_{22} auch als eine Matrix des Grades $n - g_1$ betrachten und als solche transformiren kann. Folglich lässt sich eine Matrix n^{ten} Grades P, worin die Elemente der ersten g_1 Zeilen und Spalten mit den entsprechenden von A_{11} übereinstimmen, so bestimmen, dass in $P^{-1}A_{22}P$ $c_{g_1+1, g_1+1} = \cdots = c_{g_1+g_2, g_1+g_2} = 1$ wird, alle anderen Elemente aber verschwinden. Dann sind in $A_{12} = A_{11}A_{12}A_{22}$ nur die Elemente nicht nothwendig Null, welche die Zeilen $1, 2, \cdots g_1$ mit den Spalten $g_1+1, g_1+2, \cdots g_1+g_2$ gemeinsam haben. Nach Ausführung dieser Transformationen ist

$$A_{11} = \begin{matrix} B_{11} & N_{12} & N_{13} & \cdots \\ N_{21} & N_{22} & N_{23} & \cdots \\ N_{31} & N_{32} & N_{33} & \cdots \\ . & . & . & \cdots \end{matrix}, \quad A_{12} = \begin{matrix} N_{11} & B_{12} & N_{13} & \cdots \\ N_{21} & N_{22} & N_{23} & \cdots \\ N_{31} & N_{32} & N_{33} & \cdots \\ . & . & . & \cdots \end{matrix}, \ \cdots,$$

wo $B_{\alpha\beta}$ eine Matrix von g_α Zeilen und g_β Spalten ist, und $N_{\alpha\beta}$ eine Matrix derselben Art mit lauter verschwindenden Elementen. $B_{\alpha\alpha}$ ist die Hauptmatrix des Grades g_α. Aus $A_{\alpha\beta}A_{\beta\gamma} = A_{\alpha\gamma}$ folgt $B_{\alpha\beta}B_{\beta\gamma} = B_{\alpha\gamma}$. So ist $B_{12}B_{21} = B_{11}$. Wäre daher $g_2 < g_1$, so müsste die Determinante von B_{11} verschwinden. Ebenso folgt aus $B_{21}B_{12} = B_{22}$, dass $g_2 \leqq g_1$ ist. Mithin ist $g_1 = g_2 = g_3 = \cdots = g$, und $n = fg$. Denn wäre $n > fg$, so beständen die letzten Zeilen und Spalten von X aus lauter Nullen. Ist B die Hauptmatrix des Grades g, so ist $B_{\alpha\alpha} = B$ und $B_{\alpha\beta}B_{\beta\alpha} = B$. Folglich sind $B_{\alpha\beta}$ und $B_{\beta\alpha}$ reciproke Matrizen des Grades g, und ihre

Determinanten sind von Null verschieden. Sei N eine Matrix von g^2 verschwindenden Elementen. Dann ist die Determinante der Matrix n^{ten} Grades

$$L = \begin{matrix} B_{11} & N & N & \cdots \\ N & B_{12} & N & \cdots \\ N & N & B_{13} & \cdots \\ . & . & . & \cdots \end{matrix}$$

von Null verschieden, und es ist

$$L^{-1} = \begin{matrix} B_{11} & N & N & \cdots \\ N & B_{21} & N & \cdots \\ N & N & B_{31} & \cdots \\ . & . & . & \cdots \end{matrix}.$$

Die Matrix $LA_{\alpha\beta}L^{-1}$ unterscheidet sich von $A_{\alpha\beta}$ nur dadurch, dass an Stelle von $B_{\alpha\beta}$ tritt $B_{1\alpha}B_{\alpha\beta}B_{\beta 1} = B_{11} = B$. Daher ist $LXL^{-1} = V$, und damit ist die aufgestellte Behauptung bewiesen.

§ 2.

Ist $(x_{PQ^{-1}})$ die Matrix der Gruppe h^{ter} Ordnung $\mathfrak{H}$, und ist

$$z_R = \Sigma\, x_P y_Q \qquad (PQ = R), \tag{1.}$$

so ist $(z_{PQ^{-1}}) = (x_{PQ^{-1}})(y_{PQ^{-1}})$. Sei

$$X = (x_{\varkappa\lambda}) \qquad (\varkappa, \lambda = 1, 2, \cdots n)$$

eine Matrix n^{ten} Grades, deren Determinante nicht verschwindet, und deren n^2 Elemente $x_{\varkappa\lambda}$ lineare Functionen der h Variabelen x_R sind. Sie gehe in Y oder Z über, falls man x_R durch y_R oder z_R ersetzt. Ist dann $Z = XY$ unter der Bedingung (1.), so heisst X **eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix.**

Seien $\Phi, \Phi', \cdots$ verschiedene Primfactoren der Determinante Θ der Gruppe $\mathfrak{H}$, seien $f, f', \cdots$ ihre Grade, $\chi(R), \psi(R), \cdots$ ihre Charaktere, $\chi'(R) = \chi(R^{-1}), \psi'(R) = \psi(R^{-1}), \cdots$ die conjugirten Charaktere. Dann ist nach *Primfactoren*, § 8

$$\Phi(\varepsilon + u\frac{f}{h}\chi') = (1+u)^f, \quad \Phi(\varepsilon + u\frac{f'}{h}\psi') = 1, \cdots. \tag{2.}$$

Setzt man $x_R = \frac{f}{h}\chi'(R)$, so sei $X = A$, setzt man $x_R = \frac{f'}{h}\psi'(R)$, so sei $X = B$, u. s. w. Dann ist

$$\Sigma\, \frac{f}{h}\chi'(P)\frac{f}{h}\chi'(Q) = \frac{f}{h}\chi'(R), \quad \Sigma\, \frac{f}{h}\chi'(P)\frac{f'}{h}\psi'(Q) = 0 \qquad (PQ = R).$$

und mithin $A^2 = A$, $B^2 = B$, $AB = BA = 0$. Da

$$\Sigma\, \frac{f}{h}\chi'(P)x_Q = \Sigma\, x_P\frac{f}{h}\chi'(Q) \qquad (PQ = R)$$

ist, so ist $A(B, C, \cdots)$ mit jeder Matrix X vertauschbar. Weil endlich

$$\frac{f}{h}\chi'(R)+\frac{f'}{h}\psi'(R)+\cdots=\varepsilon_R$$

ist, wenn die Summe über alle k Charaktere von $\mathfrak{H}$ erstreckt wird, so ist

$$(3.)\qquad A+B+C+\cdots=E.$$

Mithin ist

$$(E+uAX)(E+uBX)(E+uCX)\cdots=E+u(A+B+C+\cdots)X=E+uX.$$

Alle anderen Glieder in der Entwicklung des symbolischen Productes nach Potenzen von u verschwinden, weil $AXBX = ABXX = 0$ ist. Folglich ist auch

$$(4.)\qquad |E+uAX|\,|E+uBX|\cdots=|E+uX|.$$

Diese Determinante aber ist, weil X eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix ist, ein Product von Potenzen der Primfunctionen $\Phi(\varepsilon+ux), \Phi'(\varepsilon+ux), \cdots$. Daher ist auch

$$|E+uAX|=\Phi(\varepsilon+ux)^s\,\Phi'(\varepsilon+ux)^t\cdots.$$

Es muss aber $t=0$ sein. Denn setzt man $x_R=\frac{f'}{h}\psi'(R)$, also $X=B$, so wird $AX=AB=0$, also die Determinante links gleich 1. Rechts aber ist $\Phi'(\varepsilon+\frac{f'}{h}\psi')=(1+u)^{f'}$. Folglich ist

$$(5.)\qquad |E+uAX|=\Phi(\varepsilon+ux)^s,\qquad |E+uBX|=\Phi'(\varepsilon+ux)^{s'},\cdots$$

und mithin nach (4.)

$$(6.)\qquad |X|=\Phi(x)^s\,\Phi'(x)^{s'}\cdots,$$

und

$$n=fs+f's'+\cdots.$$

Setzt man in der Gleichung (5.) $x_R=\frac{f}{h}\chi'(R)$, also $X=A$, so erhält man

$$(7.)\qquad |E+uA|=(1+u)^{fs},\qquad |uE-A|=(u-1)^{fs}u^{n-fs}.$$

Da $A^2=A$ ist, so sind die Elementartheiler dieser Determinante alle linear. Mithin ist der Rang von A gleich $r=fs$, und die Hauptunterdeterminanten r^{ten} Grades von A sind nicht alle Null, da ihre Summe gleich 1 ist. Ist $s=0$, so ist $r=0$ und folglich $A=0$. In der Summe (3.) kommen daher nur die Matrizen $A, B, C, \cdots$ wirklich vor, welche aus den Charakteren χ solcher Primfunctionen Φ gebildet sind, die in $|X|$ aufgehen. Ist z. B. $|X|$ eine Potenz von Φ, so ist $A=E$. Sei

$$(8.)\qquad |a_{\varkappa\lambda}|\qquad (\varkappa, \lambda=\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_r)$$



eine von Null verschiedene Hauptunterdeterminante r^{ten} Grades von A. Sei $r' = f's'$ der Rang von B und sei

$$|b_{\varkappa\lambda}| \qquad (\varkappa, \lambda = \beta_1, \beta_2, \cdots \beta_{r'})$$

eine von Null verschiedene Hauptunterdeterminante r'^{ten} Grades von B u. s. w.

Sei M die Matrix des Grades $n = r + r' + \cdots$, deren n Zeilen aus der Zeile

$$a_{\lambda, \alpha_1} \cdots a_{\lambda, \alpha_r}, b_{\lambda, \beta_1}, \cdots b_{\lambda, \beta_{r'}}, \cdots$$

erhalten werden, indem man $\lambda = 1, 2, \cdots n$ setzt. Ebenso sei L' die Matrix

$$a_{\alpha_1, \varkappa}, \cdots a_{\alpha_r, \varkappa}, b_{\beta_1, \varkappa}, \cdots b_{\beta_{r'}, \varkappa} \cdots,$$

und L die conjugirte Matrix. Dann bilde ich die Matrix LXM. Sind ρ und σ zwei der Indices $1, 2, \cdots r$, so ist das σ^{te} Element der ρ^{ten} Zeile

$$\sum_{\varkappa, \lambda} a_{\alpha\varkappa}\, x_{\varkappa\lambda}\, a_{\lambda\beta},$$

wo $\alpha = \alpha_\rho$ und $\beta = \alpha_\sigma$ ist. Dies ist ein Element der Matrix $AXA = XAA = XA = AX$, also gleich

$$\xi_{\alpha\beta} = \sum_\lambda a_{\alpha\lambda}\, x_{\lambda\beta} = \sum_\lambda x_{\alpha\lambda}\, a_{\lambda\beta} \tag{9.}$$

und geht aus $x_{\alpha\beta}$ hervor, indem man darin x_R durch

$$\xi_R = \sum_S \frac{f}{h} \chi'(RS^{-1}) x_S \tag{10.}$$

ersetzt. Ist ρ eine der Zahlen $1, 2, \cdots r$, und σ eine der Zahlen $1, 2, \cdots r'$, so ist das $(r+\sigma)^{\text{te}}$ Element der ρ^{ten} Zeile

$$\sum_{\varkappa, \lambda} a_{\alpha\varkappa}\, x_{\varkappa\lambda}\, b_{\lambda\beta},$$

wo $\alpha = \alpha_\rho, \beta = \beta_\sigma$ ist. Dies ist ein Element der Matrix $AXB = XAB = 0$. Folglich zerfällt X in Theilmatrizen der Grade $r, r', \cdots$, deren erste von den r^2 Elementen

$$(\xi_{\varkappa\lambda}) \qquad (\varkappa, \lambda = \alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_r)$$

gebildet wird. Darin ist x_E mit der Matrix

$$N_1 = (a_{\varkappa\lambda}) \qquad (\varkappa, \lambda = \alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_r)$$

multiplicirt, deren Determinante nicht verschwindet. Ebenso sei

$$N_2 = (b_{\varkappa\lambda}) \qquad (\varkappa, \lambda = \beta_1, \beta_2, \cdots \beta_{r'})$$

und

$$N = \begin{matrix} N_1 & 0 & 0 & \cdots \\ 0 & N_2 & 0 & \cdots \\ 0 & 0 & N_3 & \cdots \\ . & . & . & \cdots \end{matrix}$$

Dann zerfällt auch $LXMN^{-1} = Z$ in Theilmatrizen der Grade $r, r', \cdots$, deren erste ist

$$(\xi_{\varkappa\lambda})(a_{\varkappa\lambda})^{-1} \qquad (\varkappa, \lambda = \alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_r). \tag{11.}$$

In der Matrix Z ist daher x_E mit der Hauptmatrix E multiplicirt. Setzt man nun $x_R = \varepsilon_R$, also $X = E$, so wird auch $Z = E$, und mithin ist $LMN^{-1} = E$. Daher sind $|L|$ und $|M|$ von Null verschieden, und es ist $MN^{-1} = L^{-1}$. Folglich ist $Z = LXL^{-1}$ eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix, und ebenso jede der Theilmatrizen, wie (11.), worin sie zerfällt.

Die Matrix A hat den Rang r. Nach *Primfactoren*, § 11 verhalten sich daher die Determinanten r^{ten} Grades der Matrix $AX = XA$, wie die entsprechenden der Matrix A, unterscheiden sich also nur durch constante Factoren von einander. Nun ist nach (5.) und (7.) die Summe der Hauptunterdeterminanten r^{ten} Grades von AX gleich $\Phi(x)^s$ und von A gleich 1. Folglich ist die Determinante der Matrix (11.) gleich $\Phi(x)^s$.

§ 3.

Die Matrix $(x_{PQ^{-1}})$ der Gruppe $\mathfrak{H}$ habe ich *Darstellung*, § 5 in eine aequivalente transformirt, die zerfällt in f einander gleiche Theilmatrizen

$$(u_{\alpha\beta}) \qquad (\alpha, \beta = 1, 2 \cdots f) \tag{1.}$$

des Grades f, in f' einander gleiche Theilmatrizen

$$(u'_{\alpha\beta}) \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \cdots f') \tag{2.}$$

des Grades f', u. s. w. Die $f^2 + f'^2 + \cdots = h$ Elemente $u_{\alpha\beta}, u'_{\alpha\beta}, \cdots$ dieser Matrizen sind h von einander unabhängige lineare Functionen der h Variabelen x_R. Ihre Determinanten sind

$$|u_{\alpha\beta}| = \Phi(x), \; |u'_{\alpha\beta}| = \Phi'(x), \cdots.$$

In derselben Weise kann die im vorigen Paragraphen betrachtete zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix X in eine aequivalente transformirt werden, die in s Theilmatrizen (1.), in s' Theilmatrizen (2.) u. s. w. zerfällt.

Ist $|X|$ durch mehrere verschiedene Primfunctionen $\Phi, \Phi', \cdots$ theilbar, so kann X nach § 2 in eine zerfallende Matrix transformirt werden, worin jede Theilmatrix eine Potenz einer Primfunction zur Determinante hat. Es genügt daher, die Behauptung für den Fall zu beweisen, dass $|X| = \Phi^s$ eine Potenz einer Primfunction Φ ist.

Die h Variabelen x_R sind lineare Functionen der h Variabelen $u_{\alpha\beta}, u'_{\alpha\beta}, \cdots$. Drückt man die Elemente $x_{\varkappa\lambda}$ von X durch diese aus, so hängt Φ, also auch $|X|$ nur von den f^2 Variabelen $u_{\alpha\beta}$ ab. Dass aber auch jedes der n^2 Elemente $x_{\varkappa\lambda}$ nur von diesen Grössen abhängt, ergiebt sich aus den Entwicklungen des § 2. Nach diesen ist im

vorliegenden Falle $A = E$, also $X = XA$, demnach $x_{\varkappa\lambda} = \xi_{\varkappa\lambda}$, und mithin kann $x_{\varkappa\lambda}$ als Function der h Variabelen ξ_R dargestellt werden. Unter diesen befinden sich genau f^2 linear unabhängige. Andererseits lässt sich Φ durch die f^2 von einander unabhängigen Variabelen $u_{\alpha\beta}$ darstellen, und nicht durch eine lineare Substitution in eine Function von weniger als f^2 Variabelen transformiren. Folglich sind die h Grössen ξ_R, und mithin auch die n^2 Grössen $x_{\varkappa\lambda}$ lineare Functionen der f^2 Variabelen $u_{\alpha\beta}$.

Ersetzt man x_R durch y_R oder z_R, so gehe $u = (u_{\alpha\beta})$ in (v) oder (w), und X in Y oder Z über. Dann ist $w = uv$ und $Z = XY$, falls z_R durch die Gleichung (1.), § 2 definirt ist. Die Elemente $x_{\varkappa\lambda}$ von X sind also solche lineare Functionen der Elemente $u_{\alpha\beta}$ von u, dass $Z = XY$ ist, wenn $w = uv$ ist. Demnach ergiebt sich die Möglichkeit der behaupteten Transformation von X aus den Entwicklungen des § 1.

Man hätte bei diesem Beweise auch die Sätze des § 2 entbehren können und nur den Sätzen des § 1 eine etwas allgemeinere Fassung zu geben brauchen. Statt von einer Matrix u kann man von mehreren Matrizen $u, u', \cdots$ der Grade $f, f', \cdots$ ausgehen, deren $f^2+f'^2+\cdots$ Elemente lauter von einander unabhängige Variabele sind. Die Elemente der Matrix X sind dann lineare Functionen aller dieser Variabelen, und es ist $Z = XY$, wenn gleichzeitig $w = uv, w' = u'v', \cdots$ ist. Indessen ist die in § 2 ausgeführte Transformation auch an sich von Interesse, weil dazu nur die Kenntniss der Charaktere erforderlich ist.

§ 4.

Jeder Primfactor f^{ten} Grades Φ der Gruppendeterminante Θ lässt sich als eine Determinante f^{ten} Grades darstellen, deren Elemente f^2 von einander unabhängige lineare Functionen der h Variabelen x_R sind. Diese Darstellung kann so gewählt werden, dass die Elemente der Determinante eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix bilden. Die f^{te} Potenz von Φ habe ich (*Darstellung*, § 3) durch eine Determinante des Grades f^2 ausgedrückt. Diese Darstellung ist dadurch ausgezeichnet, dass ihre Elemente alle aus der linearen Function $\Sigma\chi(R)x_R$ erhalten werden, indem man die h Variabelen x_R in besonderer Weise permutirt. Jede Determinante des Grades f^2 gebildet aus den Elementen der Matrix

$$(1.)\qquad \sum_R \chi(R)x_{PRQ^{-1}}$$

ist bis auf einen constanten Factor gleich Φ^f.

Ich will nun zeigen, dass auch die Determinante f^{ten} Grades, die gleich Φ ist, auf eine ähnliche Form gebracht werden kann. Auch zur

Bestimmung dieser Determinante genügt es, eine einzige lineare Function $\Sigma a_{R-1} x_R$ zu berechnen. Dann ist jede Determinante f^{ten} Grades der Matrix

$$x_{P,Q} = \sum_R a_{R-1} x_{PRQ-1} \tag{2.}$$

bis auf einen constanten Factor gleich Φ. Während aber der Charakter $\chi(R)$ durch die Primfunction Φ vollständig bestimmt ist, können die h Grössen a_R auf unendlich viele Arten gewählt werden, abgesehen von dem Falle $f = 1$, wo beide Darstellungen zusammenfallen. Dies liegt daran, dass $\chi(PQ) = \chi(QP)$ ist, während die Grössen a_R dieser Bedingung nicht genügen.

Um zu dieser Darstellung von Φ zu gelangen, brauche ich einige Hülfssätze über Matrizen, die zwar bekannt sind, aber hier kurz entwickelt werden sollen. Zur Bequemlichkeit der Darstellung bezeichne ich mit den Zeichen $A, B, C, \cdots$ nicht nur Matrizen h^{ten} Grades, sondern zugleich bilineare Formen, deren Coefficienten die Elemente jener Matrizen sind, wie in meiner Arbeit *Über lineare Substitutionen und bilineare Formen*, CRELLE's Journal Bd. 84. Die folgenden Sätze gelten für eine beliebige Matrix K (a. a. O. § 13), sollen aber hier nur für eine solche abgeleitet werden, deren charakteristische Determinante $|uE-K|$ lauter lineare Elementartheiler hat. Dann kann man eine Substitution P (d. h. eine Matrix P von nicht verschwindender Determinante) so bestimmen, dass die bilineare Form $P^{-1}KP$ die Normalform

$$\rho(u_1 v_1 + \cdots + u_f v_f) + \rho' \, (u_{f+1} v_{f+1} + \cdots + u_{f+f'} v_{f+f'}) + \cdots$$

annimmt. Hier sind $\rho, \rho', \cdots$ die verschiedenen Wurzeln jener charakteristischen Gleichung, und zwar ρ eine $f$fache, ρ' eine f'fache, u. s. w. Da die für $u = \rho$ verschwindenden Elementartheiler von $|uE-K|$ alle linear sind, so fängt die Entwicklung

$$(uE - K)^{-1} = \frac{A}{u - \rho} + \cdots \tag{3.}$$

mit der $(-1)^{\text{ten}}$ Potenz von $u - \rho$ an. Aus der Normalform ist ersichtlich, dass $P^{-1}AP = u_1 v_1 + \cdots + u_f v_f$ ist. Mithin hat A den Rang f, genügt der Gleichung

$$A^2 = A, \tag{4.}$$

und es ist

$$|E + uA| = (u + 1)^f. \tag{5.}$$

Folglich ist die Summe der Hauptunterdeterminanten f^{ten} Grades von A gleich 1. In der Matrix A, worin die Unterdeterminanten $(f+1)^{\text{ten}}$ Grades sämmtlich verschwinden, können daher die Hauptunterdeterminanten f^{ten} Grades nicht alle Null sein. Ist ferner



$$(uE-K)^{-1} = \frac{B}{u-\rho'} + \cdots,$$

so ist $P^{-1}BT = u_{f+1}v_{f+1} + \cdots + u_{f+f'}v_{f+f'}$, und folglich ist

$$AB = BA = 0. \tag{6.}$$

Ohne die Normalform zu benutzen, kann man zu diesen Sätzen durch die folgenden Betrachtungen gelangen. Indem man die Gleichung (3.) einmal quadrirt, das andere Mal nach u differentiirt, erhält man die beiden Relationen

$$(uE-K)^{-2} = \frac{A^2}{(u-\rho)^2} + \cdots, \qquad -(uE-K)^{-2} = -\frac{A}{(u-\rho)^2} + \cdots,$$

aus denen sich sofort die Eigenschaft (4.) ergiebt. (Vergl. Weierstrass, Monatsber. 1858, S. 215).

Aus der identischen Gleichung

$$(uE-K)\big((uE-K)^{-1} - (vE-K)^{-1}\big)(vE-K) = (vE-K) - (uE-K) = (v-u)E$$

folgt die Relation

$$-\frac{(uE-K)^{-1} - (vE-K)^{-1}}{u-v} = (uE-K)^{-1}(vE-K)^{-1}.$$

Entwickelt man diese Ausdrücke nach aufsteigenden Potenzen von $u-\rho$ und $v-\rho'$, so erhält man

$$-\frac{1}{(u-\rho)-(v-\rho')+(\rho-\rho')}\left(\frac{A}{u-\rho} + \cdots - \frac{B}{v-\rho'} - \cdots\right) = \frac{AB}{(u-\rho)(v-\rho')} + \cdots.$$

Sind $u-\rho$ und $v-\rho'$ hinlänglich klein, so kommen in der Entwicklung des ersten Factors der linken Seite nur positive Potenzen von $u-\rho$ und $v-\rho'$ vor, und folglich findet sich links keine negative Potenz von $u-\rho$ mit einer negativen von $v-\rho'$ multiplicirt. Daher ist $AB = 0$.

Da $(uE-K)^{-1}$ eine echt gebrochene rationale Function von u ist, so ist

$$(uE-K)^{-1} = \frac{A}{u-\rho} + \frac{B}{u-\rho'} + \cdots. \tag{7.}$$

Entwickelt man beide Seiten dieser Gleichung nach absteigenden Potenzen von u, so ergiebt sich durch Vergleichung der Coefficienten

$$E = A+B+C+\cdots, \qquad K = \rho A + \rho' B + \rho'' C + \cdots. \tag{8.}$$

Dass endlich der Rang von A gleich f ist, kann man so einsehen. Ist $\psi(u) = (u-\rho)(u-\rho')(u-\rho'')\cdots$, so ist $\psi(K) = 0$ die Gleichung niedrigsten Grades, der K genügt. Ist dann

$$\frac{\psi(u)-\psi(v)}{u-v} = \psi(u,v),$$

so ist auch

$$\frac{\psi(u)E-\psi(K)}{uE-K} = \psi(u,K),$$

also

$$(uE-K)^{-1} = \frac{\psi(u,K)}{\psi(u)}.$$

Daher ist

$$A = \frac{\psi(\rho,K)}{\psi'(\rho)} = g(K),$$

wo

$$\psi'(\rho)g(v) = \psi(\rho,v) = \frac{\psi(v)}{v-\rho} = (v-\rho')(v-\rho'')\cdots$$

ist. Mithin ist $g(\rho) = 1$, $g(\rho') = 0$, $g(\rho'') = 0, \cdots$.

Nun folgt aus (3.)

$$\left((\rho E-K)+(u-\rho)E\right)\left(\frac{A}{u-\rho}+\cdots\right) = E,$$

und mithin ist

$$(9.) \qquad (\rho E-K)A = 0.$$

Da die Determinante $|uE-K|$ f lineare Elementartheiler $u-\rho$ hat, so ist der Rang der Matrix $\rho E-K$ gleich $h-f$. Nach Gleichung (9.) kann daher der Rang der Matrix A höchstens gleich f sein. Er muss gleich f sein, wenn sich unter den verschiedenen Spalten von A f unabhängige Lösungen der linearen Gleichungen

$$(\rho e_{\alpha 1}-k_{\alpha 1})v_1+(\rho e_{\alpha 2}-k_{\alpha 2})v_2+\cdots+\rho(e_{\alpha h}-k_{\alpha h})v_h = 0$$

finden, wenn sich also zeigen lässt: Ist X irgend eine Lösung der Gleichung $(\rho E-K)X = 0$, so kann man Y so bestimmen, dass $X = AY$ ist. Nun folgt aus $KX = \rho X$, dass $K^2X = \rho KX = \rho^2X, \cdots, K^nX = \rho^nX$, also auch $g(K)X = g(\rho)X$ ist, wenn $g(v)$ eine ganze Function von v ist. Ist, wie oben, $(v-\rho)\psi'(\rho)g(v) = \psi(v)$, so ist $g(K) = A$, $g(\rho) = 1$, also $AX = X$, womit die Behauptung bewiesen ist.

§ 5.

In der Gruppenmatrix $X = (x_{PQ^{-1}})$ gebe ich den h unabhängigen Variabelen x_R solche constanten Werthe $x_R = k_R$, dass die $f+f'+\cdots$ Wurzeln $\rho, \rho', \cdots$ der Gleichung $\Phi(k-u\varepsilon)\Phi'(k-u\varepsilon)\cdots = 0$ alle unter einander verschieden sind. Ist dann ρ eine Wurzel der Gleichung f^{ten} Grades $\Phi(k-u\varepsilon) = 0$, so hat die charakteristische Determinante der Matrix $K = (k_{PQ^{-1}})$ f lineare Elementartheiler $u-\rho$. Ist nun, nach Potenzen von $u-\rho$ (oder $u-\rho', \cdots$) entwickelt

$$(1.) \qquad (uE-K)^{-1} = \frac{A}{u-\rho}+\cdots = \frac{B}{u-\rho'}+\cdots,$$



so bieten die Matrizen $A, B, \cdots$ dieselben Symmetrieverhältnisse dar wie X, d. h. man kann $A = (a_{PQ^{-1}})$, $B = (b_{PQ^{-1}}) \cdots$ setzen. Dann ist $A^2 = A$, $AB = 0$, also

$$\Sigma\, a_P a_Q = a_R \qquad (PQ = R) \tag{2.}$$

und

$$\Sigma\, a_P b_Q = 0 \qquad (PQ = R). \tag{3.}$$

Die Matrix A hat den Rang f und ist eine ganze Function von K, $A = g(K)$, und zwar ist $g(\rho) = 1$, für jede andere Wurzel aber $g(\rho') = 0$. Sind also $\rho, \rho_1, \cdots \rho_{f-1}$ die Wurzeln der Gleichung $\Phi(k-u\varepsilon) = 0$, so sind $g(\rho) = 1$, $g(\rho_1) = 0, \cdots g(\rho_{f-1}) = 0$ die der Gleichung $\Phi(a-u\varepsilon) = 0$, wie ich *Primfactoren*, § 3 gezeigt habe.

Demnach ist

$$\Phi(a+u\varepsilon) = u^{f-1}(u+1),\quad \Phi'(a+u\varepsilon) = u^{f'},\quad \Phi''(a+u\varepsilon) = u^{f''},\ \cdots. \tag{4.}$$

Ist $x_{PQ} = x_{QP}$, so ist $\Phi(x)$ gleich der f^{ten} Potenz einer linearen Function der Variabelen x_R. Der ersten Gleichung nach können daher die Grössen a_R jene Eigenschaft nicht besitzen, falls $f > 1$ ist.

Nun ist die Summe der Wurzeln der Gleichung $\Phi(x-u\varepsilon) = 0$ gleich $\Sigma\, \chi(R) x_R$. Daher ist, wenn ψ irgend einen der $k-1$ von χ verschiedenen Charaktere bezeichnet,

$$\sum_R \chi(R) a_R = 1, \qquad \sum_R \psi(R) a_R = 0. \tag{5.}$$

Ein System von h Grössen a_R, das den Gleichungen (2.) und (5.) genügt, nenne ich ein die Primfunction Φ oder die entsprechende primitive Darstellung der Gruppe $\mathfrak{H}$ d e t e r m i n i r e n d e s W e r t h s y s t e m.

Durchläuft R die h_ϱ Elemente der ρ^{ten} Classe, so sei

$$\sum_{(\varrho)} a_R = h_\varrho a_\varrho.$$

Da $\chi(R)$ für diese h_ϱ Elemente denselben Werth χ_ϱ hat, so folgt aus (5.)

$$\sum_\varrho h_\varrho \chi_\varrho a_\varrho = 1, \qquad \Sigma\, h_\varrho \psi_\varrho a_\varrho = 0.$$

Durch diese k Gleichungen sind aber die k Grössen a_ϱ vollständig bestimmt. Nach *Gruppencharaktere*, § 3 genügen ihnen die Werthe

$$a_\varrho = \frac{1}{h} \chi_{\varrho'}.$$

Mithin ist

$$\sum_{(\varrho)} a_R = \frac{h_\varrho}{h} \chi_{\varrho'}, \qquad \sum_S a_{S^{-1}RS} = \chi(R^{-1}). \tag{6.}$$

Z. B. ist

$$a_E = \frac{f}{h}. \tag{7.}$$

Die k linearen Gleichungen (5.) sind den k linearen Gleichungen (6.) völlig aequivalent. Den Gleichungen (2.) und (5.), durch die wir ein die Primfunction Φ determinirendes Werthsystem a_R definirt haben, sind aber auch die Gleichungen (2.) und (4.) aequivalent. Denn oben haben wir (5.) aus (4.) erhalten. Benutzt man aber die Bezeichnungen *Primfactoren*, § 1, (6.), so ist nach (2.) $a_R^{(2)} = a_R$, also auch $a_R^{(n)} = a_R$. Nun ist die Summe der n^{ten} Potenzen der Wurzeln der Gleichung $\Phi(a-u\varepsilon) = 0$ gleich

$$\sum_R \chi(R) a_R^{(n)} = \sum_R \chi(R) a_R = 1,$$

und da durch die Potenzsummen die Wurzeln völlig bestimmt sind, so ist eine derselben 1, die andere $f-1$ Null. Ebenso erkennt man, dass die f' Wurzeln der Gleichung $\Phi'(a-u\varepsilon) = 0$ alle verschwinden. Daher ist die Determinante h^{ten} Grades

$$|a_{PQ^{-1}} + u\varepsilon_{PQ^{-1}}| = (u+1)^f u^{h-f}.$$

In Folge der Gleichung $A^2 = A$ sind ihre Elementartheiler alle linear. Mithin hat die Matrix A den Rang f und die Matrix $A-E$ den Rang $h-f$.

Ist H ein festes, R ein veränderliches Element von $\mathfrak{H}$, und setzt man (unabhängig von der in Gleichung (3.) benutzten Bezeichnung) $b_R = a_{H^{-1}RH}$, so genügen die h Grössen b_R den Gleichungen (2.) und (5.), bilden also ein die Function Φ determinirendes Werthsystem. Sind allgemeiner v_R h unabhängige Variabele, ist $V = (v_{PQ^{-1}})$ und $V^{-1}AV = B = (b_{PQ^{-1}})$, so bilden die h Grössen b_R ein solches Werthsystem (*Primfactoren*, § 1, (9.)). Wie ich jetzt zeigen will, erhält man jedes solche Werthsystem auf diese Weise, d. h. indem man für V jede Gruppenmatrix von nicht verschwindender Determinante setzt.

Sind in der Gruppenmatrix $X = (x_{PQ^{-1}})$ die h Grössen x_R unabhängige Variabele, so kann man ($D.$ § 5) eine constante Matrix L (deren h^2 Elemente von den Variabelen x_R unabhängig sind, und deren Determinante nicht verschwindet) so bestimmen, dass $L^{-1}XL = Z$ zerfällt in f Matrizen $Z_1, Z_2, \cdots Z_f$ des Grades f, die in den Elementen übereinstimmen, in f' Matrizen $Z_{f+1}, \cdots Z_{f+f'}$ des Grades f', u. s. w. Die $f^2+f'^2+\cdots = h$ Elemente der Matrizen $Z_1, Z_{f+1}, \cdots$ sind h von einander unabhängige lineare Functionen der h Variabelen x_R. Wenn daher C irgend eine Matrix ist, die in derselben Weise zerfällt, wie Z, und wofür $C_1 = C_2 = \cdots C_f, C_{f+1} = \cdots C_{f+f'}, \cdots$ ist, so kann LCL^{-1} aus X erhalten werden, indem man den Variabelen x_R bestimmte Werthe ertheilt. Die charakteristische Determinante von Z_1 ist $\Phi(x-u\varepsilon)$, die von Z_{f+1} ist $\Phi'(x-u\varepsilon)$ u. s. w. Die Zeichen L, Z, C bedeuten hier keine Gruppenmatrizen.

Setzt man $x_R = a_R$, so mögen Z und Z_λ in C und C_λ übergehen. Da $A^2 = A$ ist, so sind die Elementartheiler von $|uE-A|$ alle linear,



also auch die von $|uE-C|$. Zerfällt aber eine Determinante in Theile, so sind ihre Elementartheiler die der einzelnen Theile zusammengenommen. Folglich sind auch die Elementartheiler von

$$|uE_1 - C_1| = (u-1)u^{f-1}$$

linear. Nun sei $B = (b_{PQ^{-1}})$ eine zweite Matrix, deren Elemente den Bedingungen (2.) und (6.) genügen. Dann zerfällt $L^{-1}BL = D$ entsprechend in die Theile $D_1, D_2, \cdots$, und $uE_1 - C_1$ und $uE_1 - D_1$ stimmen in den Elementartheilern überein. Daher kann man eine Matrix M_1 von nicht verschwindender Determinante so bestimmen, dass $M_1^{-1}C_1M_1 = D_1$ ist. Stimmen $M_2, \cdots M_f$ in den Elementen mit M_1 überein, so ist auch $M_2^{-1}C_2M_2 = D_2$, u. s. w. Ebenso bestimme man $M_{f+1}, M_{f+2}, \cdots$, und setze aus diesen Theilen die Matrix M zusammen. Dann ist $LML^{-1} = K$ eine Gruppenmatrix, und aus $M^{-1}CM = D$ folgt

$$(LML^{-1})^{-1}(LCL^{-1})(LML^{-1}) = LDL^{-1}$$

oder $K^{-1}AK = B$.

Nunmehr ist es auch leicht, die allgemeinste Gruppenmatrix V anzugeben, die A in B transformirt. Sind nämlich u_R h unabhängige Variabele, und ist $U = (u_{PQ^{-1}})$, so ist

$$V = AUB + (E-A)U(E-B). \tag{8.}$$

Denn aus den Gleichungen $A^2 = A$ und $B^2 = B$ folgt $AV = AUB$ und $VB = AUB$, also $AV = VB$. Ist ferner K irgend eine gegebene Gruppenmatrix, die der Bedingung $K^{-1}AK = B$ genügt, so kann man den Variabelen u_R solche Werthe geben, dass $V = K$ wird. Denn dann ist $AK = KB$, $(E-A)K = K(E-B)$. Setzt man also $U = K$, so wird

$$\begin{aligned} V = A(KB) + (E-A)\big(K(E-B)\big) &= A(AK) + (E-A)\big((E-A)K\big) \\ &= AK + (E-A)K = K. \end{aligned}$$

Nun habe ich oben die Existenz einer Gruppenmatrix K bewiesen, deren Determinante nicht verschwindet, und die der Bedingung $AK = KB$ genügte. Für $U = K$ ist daher $|V|$ von Null verschieden, und folglich kann $|V|$ für unbestimmte u_R nicht verschwinden.

Mit Hülfe des eben entwickelten Satzes kann man aus den quadratischen und linearen Gleichungen (2.) und (5.) allgemeinere lineare Relationen zwischen den Grössen a_R herleiten. Die Gruppenmatrix $C = \left(\frac{f}{h}\chi'(PQ^{-1})\right)$ ist mit jeder Gruppenmatrix vertauschbar und genügt der Gleichung $C^2 = C$. Setzt man also $AC = L = (l_{PQ^{-1}})$, so ist $L^2 = L$. Auch den Gleichungen (5.) genügen die Grössen l_R, wie sich aus *Primfactoren*, § 5, (6.) oder § 8 leicht ergiebt. Daher kann man eine Gruppenmatrix K so bestimmen, dass $A = K^{-1}ACK = K^{-1}AKC$ wird, oder wenn man $K^{-1}AK = M$ setzt, $MC = A$.

Mithin ist $AC = MC^2 = MC = A$. Ist Ψ ein von Φ verschiedener Primfactor von Θ, ψ sein Charakter und $D = \left(\frac{h}{f'}\psi'(PQ^{-1})\right)$, so ist $CD = 0$, und daher auch $AD = (AC)D = A(CD) = 0$. Ist b_R irgend ein die Primfunction Ψ determinirendes Werthsystem und $B = (b_{PQ^{-1}})$, so ist $B = BD$, und mithin $AB = (AC)(BD) = (AB)(CD) = 0$. Ist X eine beliebige Gruppenmatrix, so kann man B durch XBX^{-1} ersetzen. Daher ist auch $A(XBX^{-1}) = 0$ und folglich

$$AXB = 0. \tag{9.}$$

Die h Grössen a_R genügen demnach den Gleichungen $AC = A$ oder

$$\sum_R \chi(RS^{-1})a_R = \frac{h}{f}a_S \tag{10.}$$

und $AD = 0$, oder

$$\sum_R \psi(RS^{-1})a_R = 0. \tag{11.}$$

Die letzteren sind, wie die obige Herleitung der Relation $AD = 0$ aus $AC = 0$ zeigt, eine Folge der ersteren. Diese Gleichungen (10.) aber, oder $(E-C)A = 0$, enthalten, da der Rang der Matrix $E-C$ gleich $h-f^2$ ist, genau $h-f^2$ unabhängige homogene lineare Relationen zwischen den h Grössen a_R. Die k Gleichungen (5.) sind aber unter den Gleichungen (10.) und (11.) enthalten, falls man zu diesen noch die nicht homogene Gleichung (7.) hinzunimmt. In der That ist die Anzahl der aufgestellten unabhängigen linearen Gleichungen zwischen den h Grössen a_R $h-f^2+1 \geqq k$, weil $h-k = (f^2-1)+(f'^2-1)+(f''^2-1)+\cdots$ ist.

Die Gleichungen (5.) lassen sich auf die Form (6.) bringen. In derselben Weise lassen sich die Gleichungen (10.) und (11.) in

$$f\sum_{(\varrho)} a_{PRQ} = h_\varrho \chi_{\varrho'} a_{PQ} \tag{12.}$$

transformiren, wo R die h_ϱ Elemente der ϱ^{ten} Classe durchläuft.

§ 6.

Ist $X = (x_{PQ^{-1}})$ irgend eine Gruppenmatrix, so setze ich $\bar{X} = (x_{Q^{-1}P})$. Ist dann $Z = XY$, so ist $\bar{Z} = \bar{Y}\bar{X}$. Die beiden Matrizen X und $\bar{Y}$ sind mit einander vertauschbar. Seien $u_1, \cdots u_f$ die Wurzeln der Gleichung $\Phi(x-u\varepsilon) = 0$, und $v_1, \cdots v_f$ die der Gleichung $\Phi(y-u\varepsilon) = 0$. Ist dann $g(u,v)$ eine ganze Function von u und v, so sind die Wurzeln der charakteristischen Gleichung der Matrix $g(X,\bar{Y})$ die f^2 Grössen

$$g(u_1,v_1),\ g(u_1,v_2),\ \cdots g(u_1,v_f),\ g(u_2,v_1),\ \cdots g(u_f,v_f)$$

und die $f'^2+f''^2+\cdots$ Grössen, die aus den anderen Primfactoren $\Phi', \Phi'', \cdots$ von Θ in analoger Weise gebildet sind (*Primfactoren*, § 10).

Daher sind die Wurzeln der charakteristischen Gleichung der Matrix $X\bar{A}$ gleich $u_1, u_2, \cdots u_f, 0, 0, \cdots 0$, und folglich ist

$$(1.) \qquad |E + uX\bar{A}| = (1 + u_1 u) \cdots (1 + u_f u) = \Phi(\varepsilon + ux).$$

Die Elemente der Matrix $X\bar{A} = \bar{A}X$ sind

$$(2.) \qquad x_{P,Q} = \sum_R x_{PR^{-1}} a_{Q^{-1}R} = \sum_R a_{R^{-1}P} x_{RQ^{-1}} = \sum_R a_{Q^{-1}R^{-1}P} x_R = \sum_R a_{R^{-1}} x_{PRQ^{-1}}.$$

Ersetzt man in der Matrix $X = (x_{PQ^{-1}})$ P durch P^{-1} und Q durch Q^{-1}, so erhält man die Matrix $(x_{P^{-1}Q})$. Diese geht also aus jener hervor, indem man die Zeilen und die Spalten in gleicher Weise unter einander vertauscht. Daher sind beide Matrizen einander ähnlich. Dasselbe Resultat ergiebt sich aus der leicht zu beweisenden Identität

$$(y_{PQ})(x_{PQ^{-1}}) = (x_{P^{-1}Q})(y_{PQ}).$$

Vertauscht man dann in $(x_{P^{-1}Q})$ die Zeilen mit den Spalten, so erhält man die Matrix $\bar{X} = (x_{Q^{-1}P})$. Für die Matrix $\bar{X}$ ist daher die Gesammtheit aller Unterdeterminanten f^{ten} Grades dieselbe wie für X. Mithin ist auch der Rang von $\bar{A}$ gleich f. Nach *Primfactoren*, § 11 verhalten sich daher die Unterdeterminanten f^{ten} Grades der Matrix $X\bar{A} = \bar{A}X$ wie die entsprechenden Unterdeterminanten f^{ten} Grades der Matrix $\bar{A}$. Nun ist nach (1.) die Summe aller Unterdeterminanten f^{ten} Grades von $X\bar{A}$ gleich $\Phi(x)$. Mithin ist jede Unterdeterminante f^{ten} Grades von $X\bar{A}$ gleich der entsprechenden von $\bar{A}$, multiplicirt mit $\Phi(x)$,

$$(3.) \qquad |x_{P,Q}| = \Phi(x)\,|a_{Q^{-1}P}| \qquad (P = A_1, \cdots A_f;\ Q = B_1, \cdots B_f).$$

In der Matrix f^{ten} Grades

$$(x_{P,Q})_f \qquad (P = A_1, \cdots A_f;\ Q = B_1, \cdots B_f)$$

ist x_E mit der Matrix $(a_{Q^{-1}P})_f$ multiplicirt. Ist deren Determinante von Null verschieden, so ist, wie ich jetzt zeigen will,

$$(4.) \qquad (x_{P,Q})_f\ (a_{Q^{-1}P})_f^{-1} \qquad (P = A_1, \cdots A_f;\ Q = B_1, \cdots B_f)$$

eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix.

Setzt man $E - A = B$, so ist der Rang von B gleich $h - f = g$, und es ist

$$\Sigma\, a_P a_Q = a_R, \qquad \Sigma\, b_P b_Q = b_R, \qquad \Sigma\, a_P b_Q = \Sigma\, b_P a_Q = 0 \qquad (PQ = R).$$

Die beiden Determinanten f^{ten} und g^{ten} Grades

$$(5.) \qquad |a_{Q^{-1}P}| \qquad (P = A_1, \cdots A_f;\ Q = B_1, \cdots B_f)$$

und

$$|b_{Q^{-1}P}| \qquad (P = C_1, \cdots C_g;\ Q = D_1, \cdots D_g)$$

seien von Null verschieden. Sei M die Matrix h^{ten} Grades, deren Zeilen man aus der Zeile

$$a_{B_1^{-1}R}, \cdots a_{B_f^{-1}R}, \; b_{D_1^{-1}R}, \cdots b_{D_g^{-1}R}$$

erhält, indem man für R die h Elemente von $\mathfrak{H}$ setzt. Sei L' die Matrix, deren Zeilen man in derselben Weise aus

$$a_{R^{-1}A_1}, \cdots a_{R^{-1}A_f}, \; b_{R^{-1}C_1}, \cdots b_{R^{-1}C_g}$$

erhält, und sei L die zu L' conjugirte Matrix.

Ich bilde nun die Matrix LXM. Seien α und β zwei der Indices $1, 2, \cdots f$, und γ und δ zwei der Indices $1, 2, \cdots g$. Dann ist in jener Matrix das β^{te} Element der α^{ten} Zeile

$$\sum_{R,S} a_{R^{-1}A_\alpha} x_{RS^{-1}} a_{B_\beta^{-1}S} = \sum_{R,S} a_{R^{-1}P} x_{RS^{-1}} a_{Q^{-1}S},$$

falls man $A_\alpha = P$, $B_\beta = Q$ setzt. Dies ist ein Element der Matrix $\bar{A}X\bar{A} = X\bar{A}\bar{A} = X\bar{A}$, also gleich $x_{P,Q}$. Das $(f+\delta)^{\text{te}}$ Element der α^{ten} Zeile ist, falls man $A_\alpha = P$, $D_\delta = Q$ setzt,

$$\sum_{R,S} a_{R^{-1}P} x_{RS^{-1}} b_{Q^{-1}S}.$$

Dies ist ein Element der Matrix $\bar{A}X\bar{B} = X\bar{A}\bar{B} = 0$, verschwindet also. Ebenso verschwindet das β^{te} Element der $(f+\gamma)^{\text{ten}}$ Zeile. Endlich ist das $(f+\delta)^{\text{te}}$ Element der $(f+\gamma)^{\text{ten}}$ Zeile, falls man $C_\gamma = P$, $D_\delta = Q$ setzt,

$$\sum_{R,S} b_{R^{-1}P} x_{RS^{-1}} b_{Q^{-1}S}.$$

Dies ist ein Element der Matrix $\bar{B}X\bar{B} = X\bar{B}\bar{B} = X\bar{B} = X - X\bar{A}$, also gleich $x_{PQ^{-1}} - x_{P,Q}$.

Die Elemente der Matrix LXM sind lineare Functionen der h Variabelen x_R. Sie kann daher als eine lineare Verbindung von h constanten Matrizen aufgefasst werden, deren jede mit einer der h Variabelen x_R multiplicirt ist. Speciell ist x_E mit der Matrix

$$\begin{pmatrix} a_{B_\beta^{-1}A_\alpha} & 0 \\ 0 & b_{D_\delta^{-1}C_\gamma} \end{pmatrix} = N$$

multiplicirt, deren Determinante nicht verschwindet. Die Matrix $LXMN^{-1}$ zerfällt in eine Matrix f^{ten} Grades

$$(x_{P,Q})(a_{Q^{-1}P})^{-1} \qquad (P = A_1, \cdots A_f;\; Q = B_1, \cdots B_f)$$

und eine Matrix g^{ten} Grades

$$(x_{PQ^{-1}} - x_{P,Q})(\varepsilon_{PQ^{-1}} - a_{Q^{-1}P})^{-1}. \quad (P = C_1, \cdots C_g;\; Q = D_1, \cdots D_g)$$

Giebt man in dieser Darstellung den Variabelen x_R den Werth ε_R, setzt man also $X = E$, so erhält man $LMN^{-1} = E$. Daher sind die Determinanten von L und M von Null verschieden, und es ist $MN^{-1} = L^{-1}$.

Nun ist aber LXL^{-1} eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix. Da sie in zwei Matrizen f^{ten} und g^{ten} Grades zerfällt, so hat jeder der beiden Theile dieselbe Eigenschaft. Demnach ist (4.) eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix, deren Determinante gleich $\Phi(x)$ ist.

Ist also Φ einer der k Primfactoren der Determinante der Gruppe $\mathfrak{H}$, so braucht man nur irgend ein jene Function determinirendes Werthsystem a_R zu kennen, um die der Primfunction Φ entsprechende primitive Darstellung der Gruppe $\mathfrak{H}$ durch lineare Substitutionen angeben zu können.

Ausgegeben am 8. Juni.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

XXVII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

1. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Brunner las über Die Vergabungsfreiheit im westgothischen, burgundischen und salfränkischen Rechte.

Im westgothischen Rechte sei das Wartrecht der Descendenten nicht erst durch Chindasvind geschaffen, sondern nur wieder hergestellt worden, nachdem Eurich die unbeschränkte Verfügungsfreiheit eingeführt hatte und diese bereits von Leovigild der Frau über Gaben des Mannes extra dotem beschränkt worden war. Auch nach burgundischem und salfränkischem Rechte habe der Vater nur über einen Freitheil durch Vergabungen verfügen können.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene.

Von Eduard Sachau.

(Vorgelegt am 2. Februar [s. oben S. 91].)

Hierzu Taf. IV und V.

Der grösste Theil der zur Zeit bekannten Syrischen Litteratur entstammt Nordmesopotamien, Edessa-Urfa, dem Reiche des ersten christlichen Königs, sowie den Assyrischen Ebenen- und Berglandschaften am mittleren Tigris, und verglichen damit ist gering an Umfang, was uns aus Syrien und Palaestina, obwohl diese Länder vor der Islamischen Eroberung und noch Jahrhunderte später Aramäisches Sprachgebiet waren, aus den Klöstern und Kirchen diesseits des Euphrats bis zum Sinai, wo überall das Aramäische Schrift- und Kirchensprache war, zugekommen ist, selbst wenn man die Syrisch-Palaestinischen Litteraturreste mit in Rechnung zieht. Die drittälteste der datirten Handschriften des Britischen Museums vom Jahre 474 n. Chr. ist in der Gegend von Damascus geschrieben, aber unter den in den folgenden Jahrhunderten geschriebenen Handschriften begegnet man selten solchen, die aus Jerusalem, Damascus, Emesa, Hamât oder Antiochien datirt sind, so bedeutend diese Städte auch als Centren des kirchlichen Lebens waren, und erst viel späteren Zeiten, als das Syrische in den grossen Städten der Ebenen bereits vom Arabischen verdrängt war, aber noch in den Dörfern und besonders in den Bergdörfern als Volkssprache weiter existirte, gehören die Sammlungen liturgischer Litteratur der Maroniten im Libanon sowie der bei der Griechischen Kirche verbliebenen Melkitischen Christen der Damascene an, welche zerstreut in den Bibliotheken von Rom, Paris, London und Berlin erhalten sind.

Als im Jahre 1861 die Französische Occupationsarmee in Syrien stand, wurde von einem dem Stabe beigegebenen Gelehrten die Wahrnehmung gemacht, dass der Keller eines Hauses in dem Dorfe *Dêr-'Aṭijje*[1] mit Handschriften angefüllt sei. Auf Grund dieser mir zu weiterer Verfolgung zur Verfügung gestellten Notiz liess ich den Inhalt

[1] Nördlich von Damascus an der Route Damascus—Palmyra.

jenes Kellers ankaufen. Die Handschriften trafen 1882 in Berlin ein[1] und bilden jetzt einen Bestandtheil der Sammlungen der Königlichen Bibliothek in Berlin.[2] Sie sind meistens schlecht erhalten, besonders durch Moder beschädigt, vielfach ohne Anfang und Ende sowie lückenhaft im Innern. Es sind ausschliesslich liturgische Werke, wie sie im Gottesdienste einer Melkitischen Gemeinde gebraucht wurden. *Dêr-'Aṭijje* hat zwar noch jetzt viele christliche Einwohner, aber die Majorität der Bevölkerung hat den Islam angenommen. Wann und warum dieser Übertritt stattgefunden, ist mir nicht bekannt; vielfach waren Streitigkeiten zwischen Gemeinde und Clerus, dergleichen man auf Reisen im Orient nicht selten kennen zu lernen Gelegenheit hat, die Veranlassung. Jedenfalls waren die Kirchenbücher in wilder Unordnung in den Keller geworfen und dort dem Verderben überlassen. Sie sind in Syrischer Sprache geschrieben, einige gemischt Syrisch und Arabisch, andere ganz Arabisch, eines Griechisch, ein Μηναῖον für die Monate Februar bis Mai.[3] Sie enthalten ein reiches Material besonders für das Studium des Schicksals der Griechischen Kirchenpoesie im Orient, jener Poesie, der in den letzten Jahrzehnten durch die Arbeiten von Pitra, Christ, W. Meyer und Krumbacher eine eingehende Würdigung zu Theil geworden ist.

Die Melkitische Bevölkerung, welche sich dieser Litteratur bei ihrem Gottesdienste bediente, hatte ihre Heimat in dem Gebiete zwischen dem Antilibanus und den Gebirgszügen, welche östlich davon in der Richtung von Damascus nach Palmyra streichen. Der Bischof der Landschaft wohnte in *Ḳârâ* an der Strasse von Damascus nach Emesa; neben *Ḳârâ* und *Dêr-'Aṭijje* kommt die Ortschaft *Ma'lûlâ* in Betracht, jetzt zusammen mit einigen Dörfern der nächsten Umgegend die letzte Aramäische Sprachinsel diesseits des Euphrats.[4]

§ 1. Alter der Handschriften.

Es finden sich in einer Anzahl Handschriften Datirungen, auch einige Stiftungsurkunden sowie gelegentliche Schreiber- und Leser-

---

[1] Vergl. mein Reisewerk: Reise in Syrien und Mesopotamien, Leipzig 1883, S. 27.

[2] Als die Nummern 141. 50. 128. 54. 56. 44. 38. 40. 32. 100. 48. 42. 52. 37. 35. 46. 36. 197. 58. 34. 74. 138. 137 meiner Sammlung. Zu derselben Litteraturgruppe gehören auch die Handschriften Petermann 27—31.

[3] Siehe de Boor, Verzeichniss der Griechischen Handschriften der Kgl. Bibliothek zu Berlin II nr. 416.

[4] Vergl. die Schrift von M. Parisot, Le dialect de *Ma'lula* im Journal Asiatique 1898. Ausser aus den oben genannten Orten sind auch einige Syrische Handschriften aus *Ṣadad* und dem Moses-Kloster im Gebirge östlich von Nebk gekommen. Über Syrische Handschriften in *Ḳarjetên* s. meine Reise S. 31. Eine Handschrift der Bodleyana (s. Katalog von Payne Smith S. 256) vom Jahre 1555 ist aus dem Elias-Kloster bei *Ḳarjetên* datirt, demselben, in dem sich die von mir in der Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft Bd. 38, S. 543 veröffentlichten Syrischen Inschriften befinden.

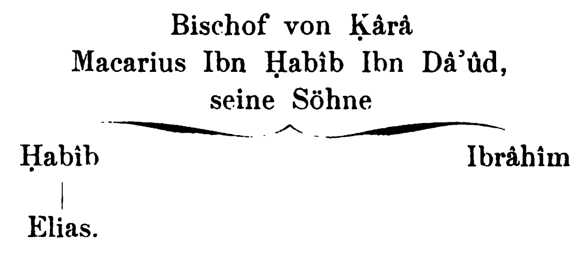


notizen, welche genügende Auskunft darüber ertheilen, wann, wo und von wem sie geschrieben sind. Danach waren es besonders zwei Priesterfamilien, eine in *Ḳârâ* und eine in *Maʿlûlâ*, welche sich das Verdienst theilten, in vollkommener Kenntniss der alten Sprache und mit geübter Hand ihren Kirchen umfangreiche Sammlungen von Hymnen und anderen gottesdienstlichen Texten herzustellen, jene in der zweiten Hälfte des 15., diese in der ersten Hälfte und um die Mitte des 16. Jahrhunderts.

Die Handschrift Sachau 197 ist ein schlecht erhaltenes Menaeum für die Monate December und Januar, in dem die Vitae sanctorum in Arabischer, die Gesänge in Syrischer Sprache abgefasst sind. Besonders im Arabischen, aber auch in den Überschriften der Syrischen Texte finden sich zahlreiche aus dem Griechischen entlehnte Wörter, Termini technici der Griechischen Kirchensprache wie بارموثي *παραμυθία*, سواعي *ὡρολόγια*, ܩܢܘ̄ *κανών*, ܣܛܝܟܪ *στιχηρόν*, ܟܬ̄ܣ *κάθισμα* und andere. Bl. 150[a] enthält folgende Nachschrift:

تمت كتابه شهر كانون الاول ثني عشر من شهر تشرين الثاني سنه سته الاف تسعمايه سته وستين لابينا ادم عليه السلام على يد الحقير في روسا الكهنه مقاريوس بن حبيب خدم كرسي قارا المعمور

»Vollendet ist das Menaeum für den December am 12. *Tišrîn* II des Jahres 6966 der Aera Adami[1] von dem armen unter den Oberpriestern, Macarius Ibn Ḥabîb, dem Diener des Thrones von *Ḳârâ*«, d. i. am 12. November 1457 n. Chr. von dem Bischof Macarius von *Ḳârâ*. Nach einer Urkunde in dem Fasten-*τριῴδιον*[2] S. 37 Bl. 194[b] hat unser Macarius dies Buch 6987 A. Adami = 1479 n. Chr. an die Gemeinde von *Ḳârâ* für die Kirche des h. Georg um den Preis von 200 Dirhem zu ewigem, unveräusserlichem Besitzthum verkauft. Er wird hier bezeichnet als الاسقف كر مقاريوس الشاب بالسن مجمل كرسي قارا بجميل سياسته »der Bischof *κύριος* Macarius, der jugendliche, der den Thron von Ḳârâ durch seine vortreffliche Verwaltung ziert«. Sein Vater Ḥabîb wird in einer Randnotiz in S. 197 auf Bl. 66[a] erwähnt. Aus diesen und anderweitigen Angaben ergiebt sich folgender Stammbaum für Macarius und seine Familie:



[1] Alle Codices aus *Dér-ʿAṭijje* sind nach dieser Aera datirt.

[2] تريوذي صومي

Diese Männer haben geschrieben:

Macarius S. 197 im Jahre 1457 n. Chr.

Priester Ḥabîb, Sohn des Macarius, S. 37 im Jahre 1478 n. Chr., S. 35 im Jahre 1491 n. Chr. Von demselben sind, nach der Schrift zu urtheilen, auch S. 42 und 76 geschrieben.

Diaconus Ibrâhîm, Sohn des Macarius, S. 74 (eine Arabische Handschrift) im Jahre 1491 n. Chr.

Priester Elias, Sohn des Ḥabîb Ibn Macarius, PETERMANN 29 im Jahre 1500 n. Chr.

Aus der Geschichte der von diesen Männern geschriebenen Codices sei nur der eine Umstand erwähnt, dass S. 35 für das Gebetshaus im Dorfe *Dêr-'Aṭijje* بيت الصلاة بقرية دير عطيه als fromme Stiftung zu ewigem, unveräusserlichem Besitzthum vermacht worden war.[1]

Ausser dem Geschlechte des Bischofs Macarius von Ḳârâ verdanken wir mehrere Handschriften einem in Ma'lûlâ wohnhaften Priestergeschlecht, das ebenfalls mit einem Bischof von *Ḳârâ* verwandt war. Aus den Notizen der Handschriften ergiebt sich folgender Stammbaum:

Ein Bischof von Ḳârâ, — seine Schwester, verheirathet mit Abulḥasan Dâ'ûd Ibn Mûsâ,
ihr Sohn
|
Ibrâhîm Khûrî
|
Mûsâ.

Von diesen Personen hat *Ibrâhîm Khûrî* die Handschriften S. 56 und PETERMANN 31, jene im Jahre 1554, diese im Jahre 1537[2], geschrieben. Er wird bezeichnet als ابن اخت الاسقف القارى »Schwestersohn des Bischofs von Ḳârâ« (in PETERMANN 31) und als ابن داود ابن موسى بن الراهب الانطونى القارى الساكن فى قرية معلوله »Sohn des Dâ'ûd Ibn Mûsâ, des Sohnes des Antonianischen Mönches aus Ḳârâ, wohnhaft im Dorfe Ma'lûlâ« (in S. 56). Es stammen also vermuthlich die Geschlechter sowohl des Vaters wie der Mutter unseres Ibrâhîm Khûrî aus Ḳârâ; sein Onkel muss einer der nächsten Nachfolger des Macarius gewesen sein.

Der Sohn des Ibrâhîm Khûrî, Mûsâ Ibn Elkhûrî Ibrâhîm Ibn Abî-Elḥasan schrieb zu Ma'lûlâ den Codex PETERMANN 30 etwa um 1570/80. Ein Datum ist nicht vorhanden.

Anderweitige Angaben über die Herkunft der Handschriften stehen nicht zu Gebote. Die datirten sind in *Ḳârâ* und *Ma'lûlâ* im 15. und

---

[1] Demselben Gotteshaus ist S. 128 von einem Bischof Johannes vermacht worden.

[2] Dies Datum ist nicht ganz sicher.

16. Jahrhundert geschrieben, und die nicht datirten dürften, da sie nach Form und Inhalt jenen gleich sind, derselben Gegend und Zeit entstammen, sofern nicht einige etwas älter sind.

§ 2. Inhalt.

Die kirchliche Litteratur der Damascene hat mit derjenigen der nördlichen und östlichen Syrer wenig mehr gemein als den Bibeltext der *Pešiṭtâ*. Die zahlreichen Ritualtexte und kirchlichen Poesien sind gänzlich verschieden, Übersetzungen aus dem Griechischen. Die grossen Sänger der alten Kirche, Ephraem, Bâlai und Jakob von Serûgh, sind für die Damascenische Kirche wie nicht vorhanden.

Dem Inhalte nach sind die *Dêr-ʿAṭijje*-Handschriften: Lectionarien, zusammengestellt aus Perikopen des Alten Testamentes (S. 74) oder des Neuen Testamentes, Evangeliarien (S. 141. 50*B*.); Psalmen (S. 128. 5), Ritualien für die verschiedenen Functionen des geistlichen Amtes (S. 128. 6, S. 100. 2–9, S. 58), Vitae sanctorum oder Menologien für alle Tage des Jahres (S. 138, eine Übersetzung des Menologium Graecorum Basilii Porphyrogeniti imperatoris jussu editum, S. 127, beide Arabisch geschrieben); am zahlreichsten aber Sammlungen von Hymnen oder Gesängen in verschiedenen Anordnungen, *ὀκτώηχος* اكطوئخس (Petermann 31, S. 100, Petermann 30*A*., S. 48. I), *παρακλητική* (Petermann 28, 30*B*., S. 42), Fasten-*τριῴδιον* (S. 37. 35, Petermann 27), und Menarien[1] oder Menaeen für den Cultus der Heiligen, welche für jeden Tag einen erzählenden Text, meist in Arabischer Prosa, und daneben Syrische Gesänge, die zum Lobe des betreffenden Heiligen gesungen wurden, enthalten (S. 128. 54. 56. 44. 38. 32. 76. 46, Petermann 29, S. 36. 197). Als die häufigsten der in diesen Werken vorkommenden technischen Ausdrücke sind zu erwähnen: *τροπάρια* ܛܪܘ̄ اطروباريات; *κονδάκια* ܩܘܢ̄ قناديق; *θεοτοκία* ܬܐܘ̄ ثاوطوكى; *καθίσματα* ܩܬܝܣ̄ قاتسما; *μακαρισμοί* مقارزمي ܡܩܪܝܣܡܘܣ; *καταβασίαι* ܩܛܒܣܝܐ (S. 42); *ἐξαποστειλάρια* اكسيفوس ܐܟܣܦܣ̄; *τριαδικά* تريادیکا ܛܪܝܐܕܝܩܐ ثالوثيات; *τριῴδια* تريودى; *μαρτυρικά* شهوديات; *μεγαλυνάρια* ܡܓܠܘܢܪܐ; *ᾠδαί* ܬܫܒ̈ܚܬܐ, ܬܫ̄, اوذيه; *κανόνες* ܩܢܘܢܐ, ܩ̄; *εὐχή* افشين ܐܘܟܝܐ; ܒܥܘܬܐ باعوث; *δόξα* ܫܘ̄ (ܫܘܒܚܐ) ذكصا; *ἀναβαθμοί* انابثمى ܐܢܒܬܡܘܣ; *ἀντίφωνα* ܥܢ̄ (ܥܢܝܢܐ) انتيفونا; *ἀγρυπνία* اغربنيات, غربنيه; *ἀνατολικά* ܐܢܛܘ̄; *ὑπακοή* ܐܦܩܘܝ; *ἰδιόμελα* ذيوملا; *μετανοία* مطانيه; *προσόμοια* الابروصوميا und andere.

[1] Ich entnehme diesen Namen (*μηνάριον* wie *πεντηκοστάριον*, *στιχηράριον*) aus der Nachschrift von S. 56 Bl. 147[b]: تمت بعون الله تعالى وعونه وتوفيقه هذا الكتاب المينار المبارك الخ.

Derjenige Dichter, der in dem Kirchengesang der Damascene vorherrscht, ist Johannes Damascenus ܝܘܚܢܢ ܕܡܣܩܝܐ. Da er indessen Griechisch schrieb, so mussten seine Lieder erst zweimal übersetzt werden, bevor sie für den Kirchengesang seiner Landsleute geeignet waren. In der Handschrift S. 128 wie in einer Pariser Handschrift (s. ZOTENBERG, Catalogue S. 85) wird berichtet[1], dass eine bestimmte Liedersammlung von dem Priester *Ibrâhîm* Ibn *Ṭuwâla* aus dem Griechischen in das Arabische und von dem Bischof Macarius von *Ḳârâ*[2] aus dem Arabischen in das Syrische übersetzt worden ist. Es gereicht dem letzteren Übersetzer zur Ehre, dass der von ihm hergestellte Text der Gesänge durchaus einfach, leicht verständlich und für den populären Gebrauch geeignet ist. Dass übrigens auch schon in der Zeit vor unserem Macarius Übersetzungen der Poesien des Johannes Damascenus in Syrischer Sprache vorhanden gewesen, dürfte mit Bestimmtheit anzunehmen sein.

Ausser ihm werden die Folgenden als Verfasser einzelner Gesänge bezeichnet:

Joseph ܐܒܐ ܝܘܣܦ; ܡܛܪܘܦܐܢܘܣ, womit Metrophanes gemeint sein dürfte (ܡܛܪܘܦܐܢܘܣ entstanden aus Μητροφάνους); Clemens ܐܒܐ ܩܠܝܡܝܣ; Kosmas ܐܒܐ ܩܘܙܡܐ, abgekürzt ܩܘ̄; Stephanus ܐܚܣܢܝܐ ܐܣܛܦܢܘܣ; Theodorus ܐܒܐ ܬܐܘܕܘܪܘܣ; Theophanes ثاوفانوس; Andreas von Kreta; ein Kanon von ihm wurde durch den Priester Johannes Bar Isa aus Rom aus dem Griechischen in das Syrische übersetzt (S. 35 Bl. 265a); Johannes Κλίμακος.[3] Ein ähnliches Dichterverzeichniss s. bei PAYNE SMITH, Catalogus codicum Syriacorum Bodleianae S. 298. 299, und bei WRIGHT, Catalogue of the Syriac manuscripts of the British Museum I S. 318. 322.

§ 3. Schrift.

Die Schrift ist etwas alterthümlicher als die gleichzeitige Jakobitische und zeigt in den Buchstaben ܬ ܡ ܗ ܟ ܫ noch die Formen des Estrangelo, aus dem sie entstanden ist. Die älteste Form des Aleph ܐ wird noch zuweilen gebraucht, besonders als Zahlzeichen, und die nach rechts verbundenen Zeichen ܕ und ܪ sind diejenigen

[1] S. 128 Bl. 139a: وايضا نكتب ترتيب صلاة نصف الليل ليالي الحدود المقدسة وهذا الترتيب نقله من الرومي الى العربي الاب القس ابراهيم ابن طوالة. وفسره من العربي الى السرياني الاب السيد الاسقف مقاريوس اسقف قارا. Dieselbe doppelte Übersetzung wird auch durch eine Notiz in PETERMANN 31 auf Bl. 1b bezeugt.

[2] Eine Arabische Handschrift der Vaticanischen Bibliothek, ein Werk des Johannes Damascenus (s. MAI, Scriptorum veterum nova collectio IV S. 323) gehörte unserem Macarius.

[3] Für biographische Nachrichten über die meisten der hier genannten Dichter verweise ich auf CHRIST et PARANIKAS, Anthologia Graeca carminum christianorum prol. p. XLI sequ.



des jüngeren Estrangelo. Diese grössere Alterthümlichkeit der Schrift dürfte daraus zu erklären sein, dass sie lediglich dem sacralen Gebrauch diente, während im profanen Alltagsgebrauch Arabisch geschrieben wurde. Charakteristisch verschieden ist sie durch eine weitgehende Neigung zur Ligatur, besonders bei den Buchstaben ܘ, ܗ und ܬ.

ܘ (meist nicht die Conjunction und) wird gegen die Regel der älteren Schrift nach links mit allen Buchstaben verbunden, so dass z. B. die folgenden Zeichengruppen einen einzigen Ductus darstellen: ܗܘܠ ܢܘܚܐ ܢܘܡܝܢ ܡܘܗܒܬܐ ܗܘܐ ܒܡܘܬܐ ܢܘܡܐ ܠܐܘܟܠܐ ܦܘܡܢ ܡܘܙܐ ܡܘܢܐ ܢܘܟܪܝܐ ܥܘܠܐ ܦܘܠܘܣ. Viel seltener ist die nach links nicht verbundene Form. Eine Verwechselung des medialen *Ḳoph* mit diesem nach beiden Seiten verbundenen ܘ ist dadurch ausgeschlossen, dass jenes durchweg die Form eines Vierecks bewahrt hat.

In Folge der Verbindung des ܗ mit den folgenden Buchstaben bilden z. B. folgende Zeichengruppen einen einzigen Ductus: ܗܘܢ ܠܗܘܢ, ܠܗܘܢ, ܚܠܗܘܢ ܗܘܝܐ ܗܘ ܡܗܝܡܢܘܬܐ, ܗܘܝܐ ܗܘܘ ܒܗܘܢ ܒܗܝܢ ܠܗܘܢ ܗܢܐ. Aus der Ligatur von ܗܘ ist ein Zeichen wie ܦܘ geworden.

Gegen die alte Regel verstösst ferner die Verbindung eines Tau mit folgendem Aleph wie in ܡܝܬܐ ܒܪܬܐ ܒܝܬܐ ܒܢܬܐ ܚܝܬܐ, mit Nun finale wie in ܒܝܬܢ, sowie mit anderen Zeichen. Es bilden z. B. die Zeichengruppen ܬܘܒ ܬܘܒ ܐܬܝ ܒܝܬܟ ܬܒܥܘ ܡܬܒܣܡܝܢ ܬܬܒܣܡܘܢ ܬܬܚܡܐ je einen einzigen Ductus. Je flüchtiger die Schrift wird, um so grösser ist ihre Neigung zu Ligaturen, so dass schliesslich die Mehrzahl der Wörter in einem Zuge geschrieben wird. Die Schrift der Damascene hat sich daher in ähnlicher Weise entwickelt wie die Syrisch-Palaestinische, in der ebenfalls ܘ, ܬ und ܗ nach links verbunden werden und die gleiche Neigung zur Ligatur besteht.

Schliesslich ist zu beachten, dass hier ein doppeltes mediales *Mîm* gebraucht wird, das gewöhnliche und das einen geringeren Raum einnehmende Zeichen, das bei Wright, Catalogue of the Syriac manuscripts III pl. IV in der Unterschrift eines Codex vom Jahr 509 abgebildet ist, wie in ܡܩܡܬܐ (= ܡܩܡܬܐ) ܒܡܝܬܢ ܠܡܡܝܬܢܐ ܕܡܡܝܟ ܐܡܝܢܐ ܡܡܠܐ (= ܡܡܠܐ) und sonst. Diese Form, die übrigens seltener als die gewöhnliche und meistens dort, wo der Raum knapp ist, gebraucht wird, scheint mir für die Schrift der Damascene charakteristisch zu sein.

Der doppelte Punkt unter dem Consonanten wird hier nicht allein zur Bezeichnung des *Rukkâkhâ*, sondern missbräuchlich auch zuweilen als *Ḳuššâjâ* gebraucht, z. B. ganz gewöhnlich in dem Worte ܡܘܬܐ[1], aber auch sonst.

[1] Übrigens ist zu beachten, dass dies Wort in Ma'lûlâ *mawṯā* gesprochen wird, s. Parisot a. a. O. t. XII S. 134.

§ 4. Schreibung und Sprachliches.

Die Orthographie der Damascene zeigt einige Abweichungen von der allgemeinen Syrischen Regel, von denen einige nur graphischer Natur sind, während andere einen Wechsel in der Aussprache, Vulgarismen bezeichnen und insofern einen Einfluss der Volkssprache, deren sich die Schreiber bedienten, bekunden.

Der *a*-Vocal in der Mitte des Wortes wird namentlich bei Aphel-Bildungen, aber auch anderswo, hier häufiger als in Jakobitischen Handschriften, durch Aleph ausgedrückt, fast immer in ܡܐܫܝܚܐ für ܡܫܺܝܚܳܐ. Beispiele: ܐܬܐܡܐ für ܐܰܬܡܳܐ, ܡܐܪܙ für ܡܰܪܶܙ, ܡܐܪܙܝܢ, ܡܐܠܝܢ für ܡܰܠܝܢ, ܡܐܚܣܢܐ für ܡܰܚܣܢܳܐ, ܬܐܡܗܪ für ܬܰܡܗܰܪ, ܬܐܘܕܝܡ für ܬܰܘܕܺܝܡ, ܡܣܝܡ von ܡܣܰܡ. Ferner ܡܐܡܥܕ ܟܐܦܐ für ܡܰܡܥܶܕ ܟܐܦܐ, ܗܐܠܝܢ für ܗܰܠܶܝܢ, ܐܬܐܦܐ für ܐܰܬܦܳܐ (PETERMANN 28. 140ᵃ 5).

Das lange *ā* (*ō*) in medio wird zuweilen durch Aleph bezeichnet, s. ܕܟܐܪܐ für ܕܟܳܪܳܐ (S. 42 Bl. 11*B*ᵃ 7), regelmässig in den Participien von hohlen Verben, wie in ܩܐܡ[1], ܕܐܪ, ܐܬܐܒ, ܙܐܢ, ܦܐܝܫ, ܙܐܠ, ܣܐܡ. Ebenso auch ܣܐܝܡ von ܣܳܡ (S. 56, 62ᵃ 3 v. u.). Vergl. ähnliche Schreibungen im Syrisch-Palaestinischen bei NÖLDEKE, ZDMG. Bd. 22 S. 447. 448. 503.

Der *e*-Vocal in der Mitte des Wortes wird nicht selten durch ܝ bezeichnet, wie in ܢܝܫܐ für ܢܶܫܳܐ, ܓܝܣܪܐ[2] für ܓܶܣܪܳܐ, ܠܒܝܫܐ, ܢܦܝܫ, ܩܝܛܡܐ, ܠܚܝܡܐ, ܕܢܝܚܐ, ܐܬܡܝܢܐ, ܡܠܘܟܝܢܐ, ܡܝܬܡ für ܡܶܬܡ (PETERMANN 30, 117ᵇ 3), ܥܒܕܝܢ (PETERMANN 31 Bl. 33ᵃ 2), ܐܘܪܝܫܠܡ (PETERMANN 30 Bl. 5ᵃ 4).[3] Fast zur Regel ist diese Schreibung in der 1. Person des Perfects geworden: ܟܬܒܝܬ für ܟܶܬܒܶܬ, ܢܦܠܝܬ, ܫܡܥܝܬ, ܐܬܝܠܝܬ, ܐܙܠܝܬ, ܫܒܩܝܬ, ܫܐܠܝܬ, ܐܬܒܢܝܬ u. s. w. Über ähnliche Schreibungen in den Gedichten des Cyrillonas s. BICKELL, ZDMG. 27 S. 616. 6 und im Syrisch-Palaestinischen NÖLDEKE a. a. O. 449. 493. In einzelnen Fällen wird ein inneres *e* auch durch Aleph bezeichnet: ܠܡܐܥܒܕ für ܠܡܶܥܒܰܕ, ܐܬܐܥܒܕ für ܐܶܬܥܒܶܕ, ܐܬܐܚܝܕ für ܐܶܬܚܺܝܕ; ein Anfangs-*e* in ܐܝܣܛܝܐ für ܐܶܣܛܝܐ (S. 32 Bl. 13ᵇ 1). Siehe ferner die Schreibung von *ē* in ܙܐܝܢ für ܙܶܝܢ.

Initiales *ī* pflegt durch ܐܝ bezeichnet zu werden: ܐܝܠܝܕ für ܝܺܠܺܝܕ, ferner ܐܝܬܝܒ, ܐܝܬܝܢ, ܐܝܕܥ, ܐܝܕܐ für ܝܕܳܐ, ܐܝܚܝܕ.

Auf dem Gebiete des Nomens sind bemerkenswerth:

a) die Formen ܫܠܝܚܘܬܐ, abgekürzt geschrieben ܫܠܝܚܘ, für ܫܠܺܝܚܘܬܳܐ und ܐܪܡܠܘܬܐ (von ܐܪܡܠܐ, nicht ܐܰܪܡܠܘܬܐ) für ܐܰܪܡܠܘܬܳܐ;

---

[1] Vergl. R. DUVAL, Traité de grammaire Syriaque S. 190.

[2] In Maʿlûlâ gesprochen *ǧēšrā*, s. PARISOT t. XII S. 141.

[3] Vergl. die Aussprache *urešlēm* in *Maʿlûlâ* bei PARISOT t. XII S. 140.

b) die Form ܠܥܠܡ an Stelle der classischen Form ܠܥܠܡ in dem Ausdruck ܕܠܐ ܠܥܠܡ (S. 47, 47ᵃ 4; S. 76, 40ᵃ 1; Petermann 29, 26ᵃ 2; S. 56, 64ᵃ 1 und sonst)[1];

c) die Schreibung ܟܠܠ ܢܘܗܪܐ für ܟܠ ܢܘܗܪܐ;

d) die Schreibung ܕܐܪܣܘܣܘܣ für ܕܐܪܣܘܣ (S. 32 5ᵇ 13).

Charakteristisch für die Sprache der Damascene ist das Pronomen in dem Ausdruck ܡܛܠܗܘܕ und um dessentwillen, der hier neben ܡܛܠܗܕܐ, aber viel häufiger vorkommt. Das Pronomen *hōdh* findet sich im Edessenischen nur ganz sporadisch, im Syrisch-Palaestinischen gar nicht, während es in dem Neusyrischen Dialekt von *Maʿlûlâ* als allgemein übliches Sprachgut erhalten ist; s. Parisot, Journal Asiatique 1898 t. XI S. 308.

In dem Gebrauch der Praepositionen tritt eine ausgeprägte Vorliebe für das Wort ܩܘܕܡ vor (im räumlichen wie zeitlichen Sinne) hervor. Man findet allerdings gelegentlich auch ܩܕܡ in Verbindung mit Nomen oder Suffix, auch ܩܕܡܘܗܝ ܕܢܫܐ und ܩܕܡܘܗܝ, aber meistens wird ܩܘܕܡ gebraucht, sowohl in Verbindung mit Nomen wie Suffix wie als Adverbium: ܩܘܕܡ ܡܪܝܐ, ܩܘܕܡ ܐܒܘܟ, ܩܘܕܡ ܐܝܬܝ, ܩܘܕܡ ܟܠܗܘܢ, ܩܘܕܡܝ, ܩܘܕܡܘܗܝ, ܩܘܕܡܝܟ, ܩܘܕܡ ܡܫܝܚܐ, ܡܢ ܩܘܕܡ ܟܠܗܘܢ ܥܠܡܐ, ܩܘܕܡ ܥܠܡܐ, ܩܘܕܡ ܫܡܫܐ: ferner ܩܘܕܡ ܕܢܬܐܠܕ (S. 42 Bl. 7ᵇ 9), ܡܢ ܩܘܕܡ ܕܢܥܒܪ ܥܠܝܟ (S. 35 Bl. 168ᵇ 11. 12).

Anstatt der im Edessenischen vorherrschenden Form der Partikel ܗܟܝܠ erscheint hier ganz gewöhnlich die verkürzte Form ܗܟܝ.

Im Gebiete des Verbums sind zwei Erscheinungen zu beachten:

1. Die Neigung einiger Verba im Imperfect يَفْعُل anstatt der classischen Form يَفْعِل zu bilden: ܢܫܒܘܩ ܢܦܠܘܚ ܢܦܬܘܚ[2]; ܢܣܘܒ ܢܣܒܘܢ ܢܣܒ[3] anstatt ܢܣܒ ܢܣܒܘܢ (Petermann 29 Bl. 21ᵇ 11; S. 37 Bl. 101ᵃ 3; S. 35, 101ᵃ 12; 291ᵃ 3; 292ᵃ 2 v. u.), ܢܬܠܘܢ ܢܬܠܘܢܝܗܝ für ܢܬܠܘܢ (S. 35 Bl. 17ᵃ 1). Über ähnliche Bildungen im Syrisch-Palaestinischen s. Nöldeke a. a. O. S. 457. 498.

2. Die ganz vorherrschende Schreibung des Perfects Sing. 2. Pers. masc. gen. mit dem Suffix der 3. Pers. mas. gen. ܓܒܠܬܘܗܝ du hast ihn gebildet anstatt ܓܒܠܬܝܘܗܝ; ܐܫܠܡܬܘܗܝ, ܩܒܠܬܘܗܝ, ܫܒܩܬܘܗܝ, ܐܫܠܡܬܘܗܝ, ܡܫܠܡܬܘܗܝ, ܕܚܠܬܘܗܝ, in abgekürzter Schreibung ܩܒܠܬܗ̄, ܐܫܠܡܬܗ̄, ܐܩܡܬܗ̄, ܐܩܝܡܬܗ̄ u. s. w. Missbräuchlich, aber nicht selten wird diese Form auch für die 2. Pers. fem. gen. ܩܛܠܬܝܘܗܝ gebraucht: ܐܝܠܕܬܘܗܝ du (o Jungfrau) hast ihn geboren, ܓܒܠܬܘܗܝ für ܓܒܠܬܝܘܗܝ, abgekürzt geschrieben ܐܝܠܕܬܗ̄, ܝܠܕܬܗ̄.

---

[1] Vergl. ܫܘܒܚܐ ܫܘܒܚ, ܢܘܗܪܐ ܢܘܗܪ (vergl. *nûhrā nûhr* bei Parisot t. XI S. 440 § 32), ܐܘܪܚܐ ܐܘܪܚ, ܐܘܕܢܐ ܐܘܕܢ. [2] *ftûh* bei Parisot t. XII S. 142.

[3] Vergl. die moderne Flexion von ܢܣܒ bei Parisot t. XI S. 477 § 79.

Mit der Freiheit der dichterischen Redeweise, welche allerdings die alten Dichter sich nicht zu nehmen pflegten, sowie mit dem Bestreben der Nachahmung Griechischer Redeweise erkläre ich die nicht selten vorkommende Unterbrechung der Genetiv-Verbindung durch ein Verbum. Beispiele: ܒܢܘܪܐ ܕܒ ܢܦܠܬܘܢ ܕܢܣܝܘ̈ܢܐ (S. 42 Bl. 17ª 13) »in ignem ubi incidistis tentationum«[1]; ܕܡܢ ܪܟ̈ܝܟܐ ܡܩܒܠܝܢ ܕܐܘܣܡܐ ܕܐܠܗ (S. 42 Bl. 25ª 6), ܒܟܣ̈ܐ ܕܚܝܐ ܢܣܒܬ ܠܟ ܕܗܘܐ ܠܟܠܗ (S. 42 Bl. 27ᵇ 11).

Aus diesen Bemerkungen über Schrift, Orthographie und Sprache ergiebt sich, dass das Damascenisch-Syrische einige Analogien mit dem Palaestinisch-Syrischen aufweist. In beiden Sprachgebieten dürfte das Vorbild der Griechischen Schrift von Einfluss auf die einheimische Schreibung gewesen sein. Es finden sich ausserdem Annäherungen an den Dialekt von Maʿlûlâ, wie man in Nestorianischen Handschriften gelegentlich den Einfluss des Fellîḥî bemerkt.

§ 5. Der Ergänzer von Petermann 28.

Die Handschrift Petermann 28 ist eine Sammlung von Hymnen ܩܢܘ̈ܢܐ *κανόνες* für die Wochentage, und zwar so geordnet, dass für den Montag je zwei *κανόνες* gegeben sind, dagegen für die übrigen Wochentage nur je einer. Ein *κανών* enthält acht *ᾠδαι* ܡܥܢ̈ܝܬܐ, welche als Nr. 1. 3–9 mit Übergehung der 2 gezählt werden.[2] Die *κανόνες* sind geordnet nach den acht Tonarten (*ἦχος* ܩܠܐ لحن) der alten Musik. Daher die Bezeichnung dieser Sammlung *ὀκτώηχος*.

Dieselbe Sammlung findet sich in S. 42 (geschrieben von *Ḥabîb*, dem Sohne des Macarius, s. oben S. 505), deren Specialtitel in dem Bruchstück S. 34 3*A* erhalten ist: كتاب المعزّى وهو الباركليتيكون يتصلى على الثمانيه الحان. Es ist also eine *ὀκτώηχος παρακλητική*, als deren Verfasser Theodorus und Josephus Studitae überliefert werden.[3] In einigen Sammlungen ist der Vers, nach dem der Gesang zu singen ist (*εἱρμός* ܐܝܪܡܘܣܐ ܐܝܪܡܘܣ ܐܪܡܘܣ), ganz mitgetheilt, in anderen nur durch die Anfangsworte angedeutet. Die Griechische Bezeichnung *πρὸς τὸ κτλ.* »zu singen nach u. s. w.« wird hier durch ܠܩ̄ oder ܠܩܘ̄, d. i. ܠܩܘܒܠ, wiedergegeben. Der Montag ist der Busse und den Engeln, der Dienstag Johannes dem Täufer, der Mittwoch der Mutter Gottes, der Donnerstag den Aposteln, der Freitag dem Kreuze, der Sonnabend den Märtyrern und Verstorbenen gewidmet.

---

[1] Vergl. Pitra, Hymnographie de l'église grecque S. CIII, 1. Col.: τὸ πῦρ — Παῦλος δρόσοις ἔσβεσεν ἐνθέου κηρύγματος.

[2] Vergl. hierüber Christ et Paranikas, Anthologia Graeca carminum christianorum, Lipsiae 1871, proleg. p. LXIV.

[3] Vergl. Christ et Paranikas a. a. O. S. LXX.

Die Handschrift Petermann 28 ist unvollständig zu Anfang und Ende, hat Lücken im Innern und ist nicht datirt, sie zeigt indessen in Schrift und Orthographie alle charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Damascene. Die Zeichen ܘ, ܗ und ܠ werden fast in allen Fällen nach links verbunden, daher Wörter wie ܣܘܛܐ, ܡܘܡܬܐ, ܡܘܡܬܗܝܢ, ܗܘܘ, ܟܘܘܐ, ܡܫܟܚܢܘܬܐ in einem einzigen Ductus geschrieben, und auch das seltenere Zeichen des medialen ܟ (s. oben S. 508) ist hier vorhanden: ܘܡܟܣܟܣ (Bl. 142a 2 v. u.), ܡܬܟܣܝܐ (Bl. 165a 4 v. u.), ܟܡܟܣܬܐ (Bl. 152a 13). Ferner finden sich hier die Schreibungen ܦܠܚܠܗ, ܟܠܗ ܡܫܡܗ; ܐܚܠܗ; ܗܠܣ; ܐܪܩܐ für ܐܪܩܐ, ܐܠܘ für ܐܠܘ; ܡܠܣܐ; ܦܠܡܣ; ܟܠܗ ܢܘܗܪܐ, ܟܢܝܫܐ für ܟܢܝܫܐ (Bl. 156a 6 v. u.), ܡܫܟܐ für ܡܫܟܐ. Die Praeposition ܡܢ ist vorherrschend gegenüber ܡܢ. Anstatt der sonst in diesen Handschriften üblichen Schreibung ܟܠܗܘܢ wird hier allerdings die allgemein Syrische ܟܽܠܗܽܘܢ, ܟܽܠܗܽܘܢ und für das Femininum ܘܐܚܠܗܘܢ, ܡܚܠܗܘܢ gebraucht. Das Wort ܗܠܐ scheint nur in dieser Form vorzukommen, ܡܟܠܗܪܐ und ܡܟܠܗܪ finden sich neben einander. Für ܡܟܠܗܪ (Bl. 39a 8) hat die ältere Handschrift des Britischen Museums (Wright, Catalogue III pl. XVI.[1] Z. 13. 14) ܡܟܠ ܗܪܐ.

Die Vergleichung unserer Handschrift mit derjenigen des Britischen Museums, welche vom Jahre 1213 n. Chr. datirt ist, ermöglicht eine Altersbestimmung. Die Schrift von Petermann 28 ist eine etwas jüngere Form der Schrift des Londoner Codex, aber erheblich älter als diejenige des Bischofs Macarius und der Seinigen, sie muss also gegen Ende des 13. oder im 14. Jahrhundert geschrieben worden sein. Und dass sie irgendwo in der Damascene, in *Ḳârâ* oder *Ma'lûlâ*, geschrieben worden, ist mir nach dem bisher gesagten mehr als wahrscheinlich. Die Londoner Handschrift hat dem Kloster des Sergius und Bacchus in *Ma'lûlâ* gehört.

Als ich vor etwas mehr als 20 Jahren einen Katalog der damals in der Königlichen Bibliothek zu Berlin vorhandenen Syrischen Handschriften schrieb, fiel mir Petermann 28 aus einem besonderen Grunde auf. Die Blätter sind augenscheinlich an manchen Stellen durch Feuchtigkeit und Moder stark beschädigt gewesen, wodurch sich ein späterer Benutzer der Handschrift veranlasst sah, unleserlich gewordene Stellen mit Papier zu bekleben, vermuthlich mit Benutzung eines anderen Exemplars die zerstörten Theile wieder aufzuschreiben und so einen vollständigen Text herzustellen.[2] Das Papier des Ergänzers sticht

---

[1] Diese von Wright im Facsimile mitgetheilte Textprobe findet sich in Petermann 28 Bl. 39b und S. 42 Bl. 35a.

[2] Noch ein zweiter Ergänzer ist an einigen wenigen Stellen thätig gewesen, der aber hier nicht berücksichtigt zu werden braucht.

durch die hellweisse Farbe von demjenigen der alten Handschrift sehr ab, ist überhaupt bedeutend jünger.

Das Eigenthümliche ist nun die Schrift dieses Ergänzers, eine eigene Spielart der Damascenischen Schrift, die mir damals gänzlich unbekannt war, die mir aber auch seitdem sonst niemals begegnet ist, so dass ich sie für ein Unicum in Europa zu halten geneigt bin. Die Züge sind plump und ungeschickt, und es liegen mancherlei Indicien dafür vor, dass es dem Schreiber an Übung und grammatischer Bildung gebrach. Die Schrift erinnert durch einige Details (besonders die Zeichen für ܦ und ܫ) an die Syrisch-Palaestinische, indessen bei näherer Betrachtung ergiebt sie sich deutlich als eine verwilderte Form der Damascenisch-Syrischen Schrift zu erkennen. Das unter die Grundlinie hinabgerückte ܗ ist dem Syrisch-Palaestinischen fremd, und auch die Zeichnung des ܫ ist dort eine andere als hier. Es ist ferner eine Besonderheit der Schrift des Ergänzers, dass das mediale Nun oft so klein ist wie ein Jod, dass das nach beiden Seiten verbundene Waw nicht immer geschlossen, daher ܢܘܣܐ aussieht wie ܢܝܣܐ, und dass das finale Jod und Pe am Ende einen überschüssigen, aufwärts gerichteten Zug zeigen, den man irrthümlich leicht für ein Jod finale ansehen kann.[1]

Die Orthographie und Sprache des Ergänzers hat alle oben dargelegten Besonderheiten des Syrisch-Damascenischen: ܟܠܠܐ — ܡܟܠܠܘܗܝ ܢܘܗܪܐ — ܦܩܠܛܐ ܢܦܩܬ u. s. w. (daneben ܢ̈ܦܩܬ 78^b^ 6) — ܚܙܝܬܝܗܝ du (fem.) hast ihn gesehen Bl. 49^a^ 1; Bezeichnung des ō durch Aleph in der zweiten Silbe von ܟܡܐܪܐ 78^b^ 2.

Für Schreibfehler halte ich: ܠܝܢܣܛܘܡ für ܠܝܢܣܣܛܘܡ 9^a^ 1, ܚܘܠܐ für ܚܘܠܠܐ 21^a^ 10, ܡܟܒܣܝܢܐ für ܡܟܦܦܣܝܢܐ 43^b^ 4, ܣܘܦܝܐ für ܣܘܦܛܐ 43^b^ 10, ܕܡܣܝ für ܕܡܣܝ 44^a^ 1, ܕܡܫܝܚܘܬܐ für ܕܡ̈ܫܝܚܘܬܐ, ܕܪܘܚܐ für ܕܪܘܚܐ 49^a^ 5. 9, ܡܦܩܦܣܐ

[1] Bei der Vergleichung der übrigen Damascenischen Handschriften der Königlichen Bibliothek ergab sich, dass S. 32. 38. 40 (mit S. 34 4) und 52 in palaeographischer Hinsicht eine Gruppe für sich bilden, deren Schrift derjenigen des Ergänzers erheblich näher steht als diejenige aller übrigen Handschriften. Das ܗ steht tiefer als gewöhnlich und rückt zuweilen, wie stets bei dem Ergänzer, bis unter die Grundlinie hinab, was in folgender Weise zu erklären ist: In der älteren Schrift setzt der rechtsseitige Verbindungsstrich an den untersten Theil des Zeichens an: ܗ, später an den mittleren: ܗ (so in dieser Gruppe) und zuletzt immer höher an den oberen: ܗ, wie bei dem Ergänzer, wodurch ܗ unter die Hauptlinie hinabsinkt. Vergl. Zeichengruppen wie *whb* ܘܗܒ ܘܗܒ ܘܗܒ. Das Gleiche gilt von der Verbindung nach links, vergl. älteres ܗܝ mit ܗܝ bei dem Ergänzer. Ähnlich ist ferner das hoch aufragende ܦ und die überschüssige Linie am Ende mehrerer Consonanten wie ܝ ܟ ܫ und ܦ. Da aber diesen Ähnlichkeiten Verschiedenheiten (in der Zeichnung des Tau, Tau + Aleph, Nun finale und des Schin) gegenüberstehen und ausserdem kein Datum über die Herkunft und das Alter der genannten Handschriftengruppe Auskunft ertheilt, sehe ich davon ab diesen Schrifttypus durch ein Facsimile etwa aus S. 32 zur Anschauung zu bringen.

für ܡܩ̈ܕܫܘܪܐ 79^b 9, ܕܡܘܟܬܐ für ܕܡܠܘܬܐ 9^b 7, ܣܘܦ̈ܣܢܘ für ܣܘܦ̈ܣܢ 9^a 7. ܕܐܬܒܢܝܐ für ܕܐܪ̈ܢܝܐ 35^b 7, ܠܢܦܫܗܘܢ für ܠܢܦܫܘܗܝ 52^b l. Z. Er schreibt bald ܦܘܪܩܢܐ, bald ܦܘܪ̈ܩܢܐ 79^b 6; 78^a 8. 9; 78^b 4. 9. Schreibfehler ist ferner ܡܢܘܦ für ܡܢܘܪܦ 78^a 10, ܐܬܙܪܘܦܘ für ܐܬܙܪ̈ܘܦܘ 20^b 8. In der Stelle 78^a 10 steht ܣܦ̈ܚܐ für ܣܦ̈ܚܐ und 9^b 12 ܬܘܟܠܐ für ܬܘ̈ܟܠܐ. Ob vielleicht der Ergänzer in seiner Umgangssprache *ḥeškôjâ*, *ṭullôsôjâ* sprach, wie man in *Ma'lûlâ* jetzt *'ezzôjâ* (Ziegen) spricht? — Vergl. PARISOT a. a. O. t. XI S. 444.

Ob die Schreibungen ܟܠܗܝܘܢ für ܟܠܗܝܘܢ (48^b 8), ܡܬܟܠܐ für ܡ̈ܬܟܠܐ (48^b 6) und ܡܘܪܝܒ für ܡܘܪܝܒ (35^b 2) als gewöhnliche Schreibfehler anzusehen sind, erscheint mir zweifelhaft. In dem letzten Wort dient das ܝ vermuthlich zur Bezeichnung des *e*-Vocals (s. oben S. 509); ferner findet sich ܟܠܟܝܢ für ܟܠܦܝܢ auch in S. 38 Bl. 19^a 3 v. u. und ähnlich ܡܢܡܟܐ für ܡܢܡܦܟܐ S. 38 Bl. 20^b 7. Ferner ist mit ܡܬܟܠܐ für ܡܬܟܠܐ zu vergleichen, dass zuweilen ܟܠܟܠܐ für ܟܠܟܠܐ geschrieben wird (z. B. PETERMANN 30 Bl. 18^b l. Z.).

Das Werk des Ergänzers war es, was mich seiner Zeit bestimmte einen damaligen Hörer von mir auf diese Handschrift aufmerksam zu machen, und aus dieser Anregung ist die Publication von F. BAETHGEN in der Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft: Ein Melkitischer Hymnus an die Jungfrau Maria, Bd. 33 (1879) S. 666–671 hervorgegangen. Die dort mitgetheilte Textprobe giebt die Oden 6 und 7 für Mittwoch unter dem ersten ἦχος. Der zu Grunde liegende Griechische Text findet sich in der *Παρακλητική*, herausgegeben von JOHANNES und SPYRIDION BELUDON, Venedig 1871, S. 27:

Ode 6.

Νενέκρωται ἐχθρὸς τῷ ζωηφόρῳ σου — ܐܬܡܝܬ ܗܘܐ ܒܥܠܕܒܒܐ ܕܐܡܝܢ ܠܚܝ̈ܐ.
Καρπῷ θεοχαρίτωτε — ܦܐܪܐ ܕܝܗܒ ܡܢܗ.

Ode 7.

Πύλη φωτὸς, πύλας μοι διάνοιξον τῆς μετανοίας φωταυγεῖς — ܬܪܥܐ ܡܢܗܪܐ ܕܬܝܒܘܬܐ ܦܬܘܚ ܡܢܝ.

Es fehlt an positiven Angaben für die Beantwortung der Frage, wann und wo der Ergänzer geschrieben hat. Aus schriftgeschichtlichen Gründen nehme ich an, dass er erhebliche Zeit nach den in *Ma'lûlâ* thätigen Schreibern *Ibrâhîm Khûrî* (um 1554) und seinem Sohne Musa (s. oben S. 505), also etwa in der 2. Hälfte des 17. oder der 1. Hälfte des 18. Jahrhunderts geschrieben hat; ob aber in *Ma'lûlâ* oder *Ḳârâ* oder einem anderen, etwa mehr südlichen Theile der Damascene, ist mit den mir zur Verfügung stehenden Materialien nicht zu entscheiden.

Schliesslich geben wir zur Vergleichung des Syrischen Textes mit dem Griechischen Original und zur Erläuterung des beigefügten Facsi-

miles I der Schrift des ersten Schreibers und des Ergänzers die Oden 1 und 3 für Freitag in dem Abschnitt des zweiten ἦχος nach Petermann 28 Bl. 48ᵇ. 49ᵃ, S. 42 Bl. a b und der Παρακλητική, Venedig 1871, S. 80. 81; ferner als zweite Schriftprobe Petermann 28 Bl. 100ᵇ. 101ᵃ (s. Facsimile II) und schliesslich den Text der Oden, die von dem Ergänzer ergänzt worden sind, in der überlieferten, vielfach fehlerhaften Gestalt mit Varianten aus Sachau 42 und mit dem Nachweis der Griechischen Originalien, soweit mir solche bekannt sind. Das von dem Ergänzer geschriebene ist in Klammern eingeschlossen.

Wer die Übertragung der Byzantinischen Kirchenpoesie in den Orient nach Art und Umfang im Einzelnen verfolgen will, findet in den Sammlungen der grossen Bibliotheken Europas reiche Materialien für die Syrische Bearbeitung, weniger reiche für die Arabische. Für das Studium der letzteren dürften die Pariser Handschriften Nr. 103 und 104 (Catalogue des manuscrits Arabes S. 24) mit Vortheil zu verwenden sein.

Syriac	Greek
ܩܠ̄ ܐ̄.	Ὠδὴ α.
ܠܩܠ ܕܫܒܝܠܐ ܗܘ ܠܐ ܕܪܝܫܐ.	ὁ εἱρμός. Ἄτριπτον — τρίβον.
	Τροπάριον.
ܨܠܝܒܘܬܐ ܩܒܠܬ ܚܠܦܝܢ.	I. Σταύρωσιν κατεδέξω,
ܘܒܡܣ̈ܡܪܐ ܕܦܪܙܠܐ ܐܬܩܒܥܬ ܡܫܝܚܐ ܕܠܐ ܡܨܛܐ.	καὶ ἥλοις προσεπάγης ἀτίμως Λόγε,
ܘܠܐܢܫܐ ܨܒܐ ܠܡܝܩܪܘ ܠܐܢܫܘܬܟ.	πάντας τιμῆσαι θέλων τοὺς βροτούς,
ܠܐܝܠܝܢ ܕܡܫܒܚܝܢ ܘܡܘܕܝܢ ܠܚܫܝܟ ܕܒܨܒܝܢܐ[1] ⁘	τοὺς τὰ σὰ ἑκούσια πάθη δοξάζοντας.
[ܐܝܕܝܟ ܦܫܛܬ ܥܠ ܩܝܣ ܨܠܝܒܐ.	II. Τείνας σταυρῷ παλάμας
ܐܝܟ ܕܡܢ ܒܪܫܝܬ ܠܫܡܝܐ ܦܫܛܬ ܐܝܟ ܝܪܝܥܬܐ[2].	ὁ τείνας πόλον σῶτερ καθάπερ δέρριν
ܠܗܘܢ ܕܝܢ ܠܥܡܡܐ[3] ܘܐܪܥܐ ܟܢܫܬ ܠܘܬܟ.	ἐνηγκαλίσω ἔθνη καὶ λαούς,
ܐܠܝܢ ܕܡܘܕܝܢ ܘܡܫܒܚܝܢ ܠܚܫܘܗܝ ܕܝܠܟ ⁘	τοὺς τὰ σὰ ἑκούσια πάθη δοξάζοντας.
	Μαρτυρικά.
ܫܩܠܘ ܘܣܒܠܘ ܥܠ ܟܬܦܬܗܘܢ[4].	III. Ἄραντες ἐπὶ ὤμων
ܣܗܕܐ ܢܨܚܢܐ ܠܨܠܝܒܐ.	σταυρὸν οἱ ἀθλοφόροι
ܕܗܘ ܕܐܨܛܠܒ ܒܒܣܪ[5].	συσταυρωθῆναι τῷ σταυρωθέντι εἵλοντο Χρίστῳ,
ܘܢܩܒܠܘܢ ܥܘܕܪܢܐ ܒܒܣܪܐ ܡܫܬܘܬܦܝܢ ܚܫܐ ܕܡܫܝܚܐ. ܒܡܫܘܬܦܘܬܐ ܒܚܫ̈ܘ ܕܚܫܐ ⁘	τούτου συμμορφούμενοι τοῖς θείοις πάθεσιν.

[1] Pet. 28 ܕܒܨܒܝܢܬ, das Tau mit Tilgungszeichen. Am Rande: ܒܟܬܦܬܗܘܢ ܣܡܘܗܝ ܠܨܠܝܒܐ ܕܗܘ — — -- s. v. III. [2] Pet. 28 ܡܬܚܬܐ [3] S. 42 ܠܥܡܡܐ ܕܝܢ ܠܗܘܢ
[4] Pet. 28 ܒܟܬܦܬܗܘܢ [5] Diese Zeile in S. 42: ܕܥܡ ܗܘ ܕܐܨܛܠܒ ܢܨܛܠܒܘܢ ܒܒܣܪ:

ܫܒܚܘ ܚܝ̈ܠܐ ܕܡܠܐܟܐ.
ܟܕ ܚܙܝܢ ܠܐܬܠܘܢ ܕܐܝܬܝܟܘܢ ܗܘܝ̈ܢ.
ܐܬܟܪܝܘ [ܕܝܢ] ܐܦ ܠܓܢܐ ܕܫܐܕܐ.
ܟܕ ܙܟܝܢ ܕܟܘܢ ܣܗܕܐ ܠܐܠܗܐ ܐܬܕܡܝܬܘܢ ∴

IV. Ὕμνησαν αἱ δυνάμεις τῶν ἀγγέλων,
κατιδοῦσαι ὑμῶν τοὺς ἄθλους,
ἐθρήνησε δαιμόνων δὲ πληθὺς,
νικηφόροι μάρτυρες, θεοειδέστατοι.

Σταυροθεοτοκίον.

ܫܠܡܬ ܡܠܬܐ ܕܢܒܝܐ.
ܘܪܘܡܚܐ ܓܝܪ ܠܠܒܟܝ ܥܒܪܬ ܐܘ ܡܪܬܝ.
[ܟܕ ܠܒܪܟܝ ܕܝܠܟܝ ܙܩܝܦܐ[1] ܥܠ ܙܩܝܦܐ.
ܘܚܙܝܬܝ ܡܕܩܪ ܒܠܘܟܚܐ ܕܙܩܝܦܐ ܕܐܬܦܐ[2] ∴

V. Ῥῆσις σεπτοῦ προφήτου πεπλήρωται.
ῥομφαία γὰρ τὴν καρδίαν τὴν σὴν διῆλθεν
ὅτε ἐν σταυρῷ λογχευθέντα δέσποινα,
τὸν σὸν υἱὸν ἔβλεψας.

ܩ̄ܢ ܓ̄
ܥܠ ܟܐܦܐ ܩܢܐ.

Ὠδὴ γ.
ὁ εἱρμὸς. Ἐν πέτρᾳ με.

ܩܛܘܦܐ ܕܚܝܐ ܘܠܐ ܡܬܚܒܠܢܘܬܐ ܟܕ ܬܠܐ ܥܠ ܩܝܣܐ ܗܘܐ.
ܢܛܦ ܚܡܪܐ ܐܠܗܝܐ[3] ܠܐܠܗܘܬܐ.
ܘܡܚܕܐ ܠܒܘ̈ܬܐ ܕܒܢܝ̈ܢܫܐ.
ܠܒܝܫܬܐ ܕܝܢ ܡܫܠܝܐ. ܘܪܘܝܘܬܐ ܕܚܛܝܬܐ[4].
ܝܫܘܥ ܦܪܘܩܐ ܘܦܘܪܩܢܐ[5] ܕܢܦܫܬܐ[6] ܕܝܠܢ ∴
ܐܬܬܪܝܡܬ ܡܪܝ ܥܠ ܩܝܣܐ ܒܨܒܝܢܟ.
ܘܟܠܗ ܡܥܒܕܢܘܬܐ ܒܝܫܬܐ ܕܐܟܠܩܪܨܐ ܬܒܪܬ.

ܠܒܢܝ̈ܢܫܐ ܕܝܢ[7] ܕܢܦܠܘ ܠܐܒܕܢܐ ܒܥܩܝܡܘܬܐ[8] ܗܘܘ.
ܒܡܕܥܐ[9] ܕܐܒܕܢܐ. ܟܕ ܬܪܝܨܐ ܡܪܚܡܢܐ.
ܝܫܘܥ ܐܪܝܡܬ ܟܠ ܡܪܚܡܢܐ ∴

I. Ὁ βότρυς ἐπὶ ξύλου τῆς ἀφθαρσίας,
κρεμάμενος ἀπέσταξε θεῖον γλεῦκος,
καρδίας κατευφραῖνον μὲν τῶν ἀνθρώπων,
κακίας παῦον δὲ τὴν μέθην χαρίτι,
Ἰησοῦς ἡ λύτρωσις τῶν ψυχῶν ἡμῶν.
II. Ὑψώθης ἐπὶ ξύλου ἐθελουσίως,
καὶ πᾶσαν διαβόλου κακοπραγίαν κατέῤῥαξας.
πεσόντας δὲ τοὺς ἀνθρώπους
εἰς τὴν ἀπώλειαν γνώμης στρεβλότητι,
Ἰησοῦ ἀνύψωσας πολυέλεε.

Μαρτυρικά.

ܒܢܘܪܐ ܕܚܘܒܐ ܐܠܗܝܐ ܟܕ ܐܬܝܩܕܘ.
ܠܐ ܙܥܘ ܡܢ ܢܘܪܐ ܓܢ̈ܝܒܐ ܕܓܒ̈ܪܐ.
ܘܠܐ ܕܚܠܘ ܡܢ ܡܘܬܐ ܒܥܒܕ ܕܠܐ ܡܝܘܬܐ ܡܢ ܡܬܝܢ

III. Πυρὶ τοῦ θείου πόθου προσαναφθέντες,
τὸ πῦρ οὐκ ἐδειλίασαν οἱ γενναῖοι,
οὐκ ἔπτηξαν τὸν θάνατον, ἀθανάτους

---

[1] S. 42 ܙܩܝܦܐ [2] S. 42 ܕܐܬܦܐ [3] Pet. 28 ܐܠܗܝܐ [4] Dieser Vers in Pet. 28: ܠܒܝܫܬܐ (ܠܒܝܫܘܬܐ?) ܫܠܝ ܘܪܘܝܘܬܐ ܕܚܛܝܬܐ [5] Pet. 28 ܦܘܪܩܢܐ, S. 42 ܦܘܪܩܢܐ [6] In S. 42 abgekürzt ܕܢܦ̈ܫ, vergl. ܕܢܦܫ Pet. 28 Bl. 9[b] 6 [7] Pet. 28 ܠܐܢܫܐ für ܠܒܢܝ̈ܢܫܐ ܕܝܢ [8] Pet. 28 ܕܥܩܝܡܐ [9] Pet. 28 ܒܡܕܥܐ

[illegible]	ἀποσκοπούμενοι δωρεὰς λήψεσθαι
[illegible]	καὶ χαρὰν μὴ λήγουσαν καὶ φῶς ἄδυτον.
[illegible]	IV. Αἱμάτων ἐξ οἰκείων οἱ ἀθλοφόροι
[illegible] [1] [illegible]	ὑπέρλαμπρον ἐπέχρωσαν πορφυρίδα,
[illegible]	καὶ ταύτην στολισάμενοι δεξιᾷ τε,
[illegible]	ὡς σκῆπτρον φέροντες χειρὶ τὸν θεῖον σταυρὸν
[illegible]	τοῦ κυρίου, πάντοτε βασιλεύουσι.
	Σταυροθεοτοκίον.
[illegible]	V. Γεραίρουσί σε τάξεις τῶν ἀσωμάτων.
[illegible]	τὸν πάντων γὰρ δεσπότην σωματοφόρον
[illegible]	ἐκύησας τὸν λύσαντα διὰ ξύλου
[illegible]	δεσμίους ἅπαντας, κόρη θεόνυμφε,
[illegible]	καὶ πιστοὺς συνδήσαντα τῇ στοργῇ αὐτοῦ.

§ 6. Text der von dem Ergänzer ergänzten Oden.

I.

Petermann 28 Bl. 8^b 20 bis 10^a 8; vom Ergänzer Bl. 9^{a+b}. Vergl. S. 42 Bl. 9^a. Erste Melodie [illegible]. Mittwoch Oden 6 und 7. Siehe Ode 6 in *Παρακλητική* S. 27 Col. 2: *Νενέκρωται*, und Ode 7 das. S. 28 Col. 1: *Πύλη φωτός*.

[illegible]

I. [illegible]

II. [illegible] [2] [illegible]

III. [illegible]

[1] S. 42 [illegible]   [2] add. [illegible]

IV. ܡܠܟܘ ܗܘ ܕܡܠܟܐ. ܒܪܐ ܡܠܟܐ ܡܢ ܥܠܡܐ. ܘܩܕܡ[1] ܐܒܪܐ ܗܘܐ ܠܟܠܗܘܢ. ܠܥܒܪܐ ܡܢ ܕܥܡܐ ܕܒܢܝܐ ܥܡܗ ܡܬܒܪܟܝܢ ܘܟܡܐ. ܗܘ ܕܟܠܗܘܢ ܒܟܠ ܕܒܪܘܝܗ ܐܠܗܘܬܐ ܗܘܘ[2]. ܡܠܟܘܬ ܒܒܪܝܐ ܠܟܝ ܗܘ ܡܫܠܡܝܢ. ܡܩܕܫܬܐ ܕܐܒܐ ܕܒܪܐ. [ܐܡܝܢ]

I. ܐܡܪܐ ܡܫܬܐ. ܘܐܘܟܠܬܐ[3] ܩܕܡܝ ܩܕܡܝ[4]. ܡܟܪܙ ܗܘܐ ܘܐܡܪ ܩܕܡ[5] ܐܝܟ. ܠܡܝܬܐ ܕܠܐ ܡܚܝܠܬܐ[6] ܡܫܝܚܐ ܐܠܗܐ ܠܒܪܐ ܕܡܠܟܐ ܡܠܟܘܬܐ ܕܟܠ[7] ܗܘ ܗܘܐ[8] ܡܫܠܡܘ[9] ✣

II. ܠܥܘܡܪܐ ܡܕܡ ܡܠܟܝܐ ܡܥܠܡܐ ܒܫܡܐ ܘܒܚܝܠܐ[10] ܘܠܐ ܡܬܚܠܦܐ[11] ܡܬܐ. ܐܠܐ ܒܚܒܪܐ ܕܢܒܝܐ ܕܡܠܟܐ ܐܘ ܒܟܠ ܐܡܝܢ ܡܒܪܟܝܢ ܠܟܠܗܘܢ ܗܘܠܐ[12] ܕܡܫܒܚܝܢ[13]. ܘܒܪܝܬܐ ܐܢܫ ܠܟܠ ܕܡܠܟܐ. ܗܘ ܡܫܠܡܘ[14] ✣

III. ܐܢܬ ܕܡܟܝܟܐ[15] ܕܫܡܐ ܐܠܗܐ ܠܡܠܟܘܬܐ. ܠܟ ܕܐܡܪܘܢ ܩܕܡ ܒܢܝܐ. ܡܢ ܡܫܬܐ[16] ܕܡܫܝܚܐ ܡܚܬܡܐ[17] ܐܘ ܐܡܪܐ ܡܠܟܐ ܡܫܒܚܐ. ܢܦܫ ܘܐܦ [ܒܒܪܐ]ܝܬܐ. ܘܐܡܪ ܠܒܪܐ ܒܩܕܡ] ܩܕܡ ܐܠܗܘܬܐ. ܗܘ ܡܫܠܡܘ ܒܟܠܐ ✣

IV. ܠܡܫܝܚܐ ܕܫܠܐ. ܘܒܥܘܠܐ ܥܡܪܝܢ ܘܟܡܐ. ܦܩܕܢ[18] ܡܠܟܘܬܐ ܕܩܕܡܘܗܝ. ܡܒܪܟ ܘܡܫܒܚ ܒܡܢܗܪܘܬܗ. ܘܒܟܠ ܕܡܫܠܡܝܢ ܠܟ ܒܫܡܐ. ܡܥܠܝܢ ܡܢ ܟܠ ܡܫܝܚܐ. ܠܟ ܥܡ ܡܪܝ ܒܗ ܥܡܡܐ ܠܟܠ ܐܠܗܐ. ܗܘ ܡܫܠܡܘ ܒܟܠ ܡܬܟܠ[19] ✣

II.

Petermann 28 Bl. 20ª 5 bis 22ª 6; vom Ergänzer Bl. 20ᵇ 1–12 und Bl. 21ª. Vergl. S. 42 Bl. 17ᵇ. Erste Melodie. Freitag Oden 8 und 9. Vergl. mit Ode 8 Vers 5 die *Παρακλητική*, Venedig 1871, S. 41 Col. 1: *Τῷ σταυρῷ σε καθηλούμενον.*

ܠܐ ܫ ܠܟܘܢ ܡܫܒܚܐ ܐܡܝܢ

I. ܐܠܗܢ ܒܪܫܝܬ. ܒܪܚܡܘܗܝ ܗܘ ܕܒܪܚܡܘܗܝ ܡܠܟܐ ܠܥܠܡܐ. ܘܒܥܘܡܪܐ ܐܠܗܝܢ ܡܫܘܪ ܡܢ ܫܠܡܐ. ܠܗܘ ܕܒܪܚܡܐ ܡܠܟܐ ܐܝܟ ܗܘ ܠܫܡܝܐ ܘܥܡܪ[20] ܠܥܠܡܐ. ܡܢ ܕܝܢ ܫܪܝܘ ܐܦ ܡܫܠܡܘ ܠܟܠ ܐܠܗܐ. ܡܠܟܘܬ ܒܡܫܝܚܐ ܡܫܝܚܝܢ ܘܡܫܝܚܝܢ[21]. ܒܪܝܟ ܘܡܫܠܡܝܢ ܒܫܡܐ ✣

II. ܡܢ ܕܝܢ ܟܠ ܡܬܠ. ܠܟ ܕܐܝܬ ܕܫܡܐ ܠܗ ܒܚܝܠܗ. ܒܟܠ ܗܘ ܐܝܬ ܡܫܝܚܐ ܘܡܠܟܘ ܡܬܐ. ܡܢܐ ܐܬܘܬܗ ܒܪܝܬܐ. ܘܐܡܪ ܢܦܫܐ ܡܠܟܘ ܘܐܬܐ. ܠܡܫܝܚܐ ܕܝܢ ܕܡܬܚܠܦܝܢ ܗܘܘ ܐܢܫܐ ܐܦ ܡܬܐ. [ܠܟܠ ܫܡܐ ܠܐܠܗܐ ܕܠܟ ܡܫܠܡ ܒܪܟܘ[22] ✣

---

[1] add. ܩܕܡ [2] deest [3] Leg. ܘܐܘܟܠܬܐ cum S. 42
[4] ܩܕܡܝܢ [5] ܩܕܡ [6] add. ܡܫܝܚܐ ܡܬܚܝܠܐ ܕܒܠܒܐ [7] ܕܟܠܐ
[8] deest [9] add. ܒܟܠܐ [10] ܘܒܚܝܠܐ [11] ܡܬܚܠܦܐ [12] ܗܘܠܐ
[13] ܕܡܫܒܚܐ [14] add. ܒܟܠܐ [15] ܘܡܟܝܟܐ [16] ܡܫܬܐ [17] Hds. ܡܚܬܡܐ
[18] ܦܩܕܢ [19] deest [20] ܘܥܡܪܘܢ [21] ܘܡܫܝܚܝܢ [22] ܒܪܝܟ ܘܡܫܠܡܝܢ

III. ܐܣܛܠܐ ܕܦܘܪܦܘܪܐ. ܠܒܫ ܠܗ ܘܐܡܪܗ ܡܪܘܡܐ ܡܪܝܡܐ. ܡܢ ܒܬܘܠܬܐ ܠܐܠܗܘܬܐ ܦܪܘܩܢ ܗܘܐ. ܘܐܬܝܠܕ ܕܝܢ ܡܢܗ ܗܘܐ. ܟܢܫܐ ܕܥܝܪܐ ܕܟܠ ܡܫܬܡܠܝܢ[1]. ܘܗܘܐ ܒܟܝܪܐ ܕܡܠܐܟܐ ܗܘ ܡܪܢܝܢ ܟܝܘܬܐ ܠܥܡܐ ܟܟܠܠ ܕܡܘ[2] ܕܚܠܐ ܐܝܟ ܟܠܗܘܢܝܗܘܢ ܒܪܬܗ[3] ܀

IV. ܟܠܠܐ ܫܘܒܚܐ[4]. ܕܢܚܬܐ ܡܢ ܐܬܪܘܗܝ[5] ܡܪܘܡܐ ܡܫܒܚܐ ܘܠܐ[6] ܫܘܡܠܐ[7] ܫܘܒܚܗ ܗܘܐ ܦܢܝܢܘܗܝ[8]. ܐܬܬܒܥ ܕܝܢ ܗܘܢܘܢ ܐܦ ܠܫܘܡܠܐ ܫܘܒܚܗ ܢܘܗܪܗܘܢ. ܠܐ ܕܝܢ ܕܚܣܘ ܠܟܢܫܐ ܐܠܐ ܟܢܫܬܗ ܢܗܪܘ[9] ܘܡܫܝܚܘܬܐ] ܠܫܡܫܐ ܡܢ ܡܢܟܠܢ ܒܪܬܗ ܘܡܠܟܗ[10] ܀

V. ܡܢ ܕܝܢ ܟܠܗ ܓܒܠܐ. ܗܘ ܐܡܐ ܒܪܬܟܐ ܠܒܪܗ ܚܙܐ ܗܘܬ. ܘܒܟܒܠܐ ܘܫܡܐ ܠܟܠܗ ܡܫܝܚܐ ܡܠܟܐ ܘܐܡܪܢܐ. [ܐܝܟ ܒܥܐ ܕܠܐ ܢܥܡܘܩ. ܗܘܝܘ ܕܦܪܩܗ ܡܢ ܒܚܒܘܬܐ. ܫܠܚ ܓܠܝܐ ܐܘ ܒܪܐ ܕܝܠܗ ܗܘ ܦܪܩܢ ܒܫܒܐ. ܒܥܡܐ ܕܝܢ ܐܬܦܪܩܘ ܒܓܠܝܗܘܢ[11]. ܗܘ ܡܪܢܝܢ ܒܪܬܗ[12] ܀

Ode 9. I. ܦܪܐ ܦܪܐ ܦܪ ܗܘ ܘܢܚܠܐ. ܦܪܐ ܕܓܠܝܗ ܒܬܘܠܬܐ ܡܫܒܚܬܐ. ܗܘ ܒܝܢ ܠܐ ܡܬܦܪܫܐ. ܡܢ ܦܪܘܬܐ ܕܟܠ ܚܝܠܐ ܫܡܝܐ. ܐܝܟ ܒܝܘ ܒܪܫܝܬ ܡܢ ܒܪܬܗ. ܘܒܠܥܘܕ ܓܘܫܡܐ ܢܘܒܝܢ ܠܟܢ ܡܒܪܟܬܐ. ܒܫܠܐ ܕܠܐ ܫܘܠܐ[13] ܒܡܫܝܚܘܬܐ ܠܟܢ ܡܢ ܡܦܪܩܢܢ ܀

II. ܡܢ ܐܪܙ ܗܘܐ[14] ܘܢܚܬ ܕܐܠܗܐ ܐܝܬܘܗܝ ܟܠܗ ܡܠܐ. ܫܡܝܐ ܕܝܢ ܡܢܫܐ. ܠܗ ܗܘ ܕܠܐ ܦܠܓ ܐܠܗܘܬܗ. ܘܡܫܡܫܝܢ ܟܠܗ[15] ܡܢܗ. ܐܝܟ ܡܫܝܚܐ ܠܗܠܝܢ ܡܢ ܡܪܝܐ ܡܢ ܡܢ[16]. ܘܐܡܪ. ܐܬܪܐ ܐܬܪܟܢܢ ܒܡܠܟܘܬܗ. ܡܐ ܕܐܬܐ[17] ܒܫܡܐ[18] ܀]

III. ܐܝܬ ܡܢ ܐܬܓܠܝܬ. ܐܝܟ ܡܫܬܘܕܥ ܕܒܪܬܗ ܒܪܬܐ. ܡܢ ܕܝܢ ܕܫܡܥ ܐܬܬܦܪܫܬ. ܐܝܟ ܠܐܠܗܐ ܡܫܝܚܐ ܗܘ ܕܠܐ ܡܬܚܙܝܐ[19]. ܡܢܐ ܚܝܐ ܠܓܘܫܡܐ ܕܒܢܝܢܫܐ. ܘܗܘܐ ܕܢܘܚ ܚܝܐ ܘܦܘܪܩܢܐ. ܠܐܝܠܝܢ ܕܡܗܝܡܢܝܢ ܒܗ ܀

IV. ܡܢ ܩܕܝܫ ܗܘܐ. ܠܡܬܝܠܕ ܡܪܘܡܐ ܠܘܬܗ ܠܐܢܫܐ. ܡܚܝܕܐ ܠܗܘܢ ܡܚܝܠܝܢ ܗܘܐ. ܐܝܟ ܗܘ ܕܓܠܝܢ ܗܘܐ. ܠܐܢܫܐ ܕܟܠܡܫܡܫܐ ܘܡܢܝܢ ܗܘܐ. ܗܘ ܓܝܪ ܠܐܦܝ ܦܪܝܫܬܐ ܦܠܚ ܡܢܝܢ. ܡܫܝܚܐ. ܢܬܡܫܚ[20] ܟܠ ܡܢܝܢ ܕܢܗܘܐ ܠܟܠܠܐ ܕܚܝܐ ܕܒܟܠܗܘܢ ܀

V. ܚܝܠܐ ܘܦܘܪܐ. ܒܡܠܬܗ ܓܝܪ ܡܫܝܚܐ ܘܡܫܬܡܫܢܐ. ܡܢ ܡܫܬܡܫܢܐ ܠܐܦܪܝܩܘܢ ܡܪܘܡܐ ܡܫܪܐ ܘܠܐ ܡܬܪܘܚܐ. ܡܫܝܚܐ ܕܠܐ ܡܢܝܢ. ܘܒܠܥܘܕ ܐܝܟܘܬܐ ܡܢܝܢ ܐܝܟ ܠܟܠܗܘܢ ܚܝܐ. ܕܐܝܟ ܕܒܡܫܝܚܘܬܐ ܡܬܦܪܫ ܠܫܡܫܗ ܦܪܝܫܝܢ ܀

VI. ܕܢܚܬ ܫܠܚ ܟܠܗ. ܗܘ ܦܪܝܫ ܐܢܫܐ (Bl. 22a) ܘܡܠܬܐ ܕܠܐ ܡܬܦܪܫ. ܠܒܪܗ ܕܡܢܝܢ ܐܘ ܒܡܠܬܐ ܕܝܢ. ܡܢܐ ܗܘܝܘ. ܐܘ ܠܒܪܐ ܥܡܗ ܠܐܒܘܗܝ. ܕܐܝܟ ܡܢ ܠܐܠܗܐ ܐܬܚܙܝ ܠܐ ܫܘܚܠܦܐ. ܠܗܠ ܚܝܐ ܐܬܦܪܫ. ܐܝܟܢܐ ܕܐܬܦܪܩ ܠܐܦܝ ܕܡܫܝܚܝܢ. ܘܡܫܪܝܢ ܠܚܝܐ ܕܝܠܗ ܀

---

[1] ܡܫܡܠܝܢ [2] deest ܒܟܠܠܐ ܕܡܫܝܚܐ [3] ܒܪܬܗ [4] ܫܘܒܚܐ
[5] ܐܬܪܘܗܝ [6] ܘܠܐ [7] add. ܠܒܫܘܡܠܐ [8] ܦܢܝܢܘܗܝ
[9] ܢܗܪܘ [10] add. ܒܪܬܐ ܒܠܗ [11] ܒܓܠܝܗܘܢ [12] add. ܘܡܠܟܗ [13] ܫܠܘܐ
[14] ܕܗܘܐ [15] ܟܠܠܐ ܡܢ [16] deest [17] ܕܐܬܐ ܐܝܬ [18] ܒܫܡܝܐ ܦܪܐ
[19] add. ܕܐܡܝܢܐ ܡܢܐ [20] ܢܬܡܫܚ



III.

Petermann 28 Bl. 35ᵃ 14 bis 36ᵃ 9; vom Ergänzer Bl. 35ᵇ 1–12. Vergl. S. 42 Bl. 32ᵇ. Zweite Melodie. Dienstag Ode 5. Siehe Vers 2–5 in *Παρακλητική* S. 65 Col. 2: *Ταῖς προχοαῖς Ἰορδάνου.*

[Syriac text]

I. [Syriac text]

II. [Syriac text][1] [Syriac text][2] [Syriac text][3] [Syriac text][4] [Syriac text][5] [Syriac text][6]

III. [Syriac text][7] [Syriac text]

IV. [Syriac text][8] [Syriac text]

V. [Syriac text][9] [Syriac text]

IV.

Petermann 28 Bl. 42ᵇ 17 bis 44ᵃ 9; vom Ergänzer Bl. 43ᵇ 1–10 und 44ᵃ 1–9. Vergl. S. 42 Bl. 38ᵃ. Zweite Melodie. Mittwoch Ode 9. Donnerstag Ode 1. Siehe Ode 1 in *Παρακλητική* S. 75 Col. 1: *Τοῦ φωτὸς τοῦ θείου ἀστραπαί.*

[Syriac text]

I. [Syriac text] (?)[10] [Syriac text]

---

1 [Syriac text] 2 add. [Syriac text] 3 [Syriac text] 4 [Syriac text] 5 [Syriac text]
6 [Syriac text] 7 add. [Syriac text] 8 [Syriac text] 9 [Syriac text] 10 [Syriac text]

II. ܐܢܘܢ ܐܚܪܢܐ ܐܘ ܡܫܡܫܢܐ. ܟܠ ܫܡܫܘܬܐ ܕܡܫܡܫ. ܘܚܪܡܐ ܕܐܢܫ ܕܠܐ
ܕܢܫܐ. ܐܢܘܢ ܡܫܡܫܝܢ ܐܠܐ[1] ܠܐܚܪ ܕܢܣܒ. ܘܡܢ ܗܘ ܕܢܣܒ ܕܠܐ ܐܬܬܘܪ ܡܢ ܥܕܬܐ
ܐܘ ܕܢܫܐ. ܘܡܬܟܪܝܢ ܐܬܚܙܝ ܠܗܢܐ ܡܛܠ ܥܒܕܘܬܐ ܀

III. ܕܟܗܢܐ ܘܡܫܡܫܐ ܗܘ ܚܕ ܐܝܬ ܠܗ. ܘܟܗܢܐ ܡܫܡܫܢܐ ܡܫܡܫ.
ܘܡܫܡܫܐ ܐܢܐ ܟܠܐ ܚܠܐ ܕܢܫܐ. ܡܢ ܡܬܬܣܝܡܝܢ ܐܘ ܡܢܐ ܕܠܗ. ܐܢܫ ܕܐܬܐ
ܘܡܫܡܫܝܢ. ܡܢ ܟܗܢܐ ܡܢܐ ܕܐܬܝܢ ܠܗ. ܕܟܗܢܘܬܐ ܘܫܡܫ. ܡܢܗܘܢ ܐܢܐ ܠܟܝ ܐܘ
ܡܫܡܫܢܐ ܀

IV. ܡܫܡܫܐ ܠܟܗܢܐ ܕܢܬܚܙܐ ܕܢܫܐ ܕܢܣܒܢܐ ܐܬܚܙܝ. ܠܟܠ ܗܘ ܕܡܢ ܟܗܢܘܬܐ
ܘܐܚܪ ܕܢܫܐ. [ܘܡܫܡܫ ܐܢܫ ܕܢܫܐ ܡܫܡܫܢܐ. ܘܟܠܐ ܕܟܠܗ ܥܒܕܘܬܐ. ܠܟܗܢ ܚܠܦ
ܠܟܗܢܐ. ܠܐ ܘܫܡ ܠܗ. ܡܢܫܝ[2] ܕܟܗܢܘܬܐ ܠܟܗܢ ܗܘ ܠܐ ܡܬܟܗܢܐ[3] ܀

ܡܛܠ ܗܘ ܗܘ. ܠܡܫܡܫܐ. ܠܡܫܡܫܢܐ[4] ܡܢ ܟܗܢܘܬܐ.

I. ܕܟܗܢܐ ܕܢܣܒܢܐ ܠܟܗܢܐ. ܘܡܬܒܪܟ ܡܢ ܐܪܚܘܢ ܕܟܗܢܐ ܕܐܢܫ ܡܫܡܫܢܐ ܠܡܫܡܫܐ
ܕܫܡܫܢܐ[5]. ܠܟܠܗ ܡܫܡܫܢ ܐܦܝܣܩ ܘܐܢܘܢ ܗܘܘ[6] ܕܫܡܫ ܘܐܢܫ ܡܢ ܟܗܢ ܫܡܫܐ[7]
ܕܫܡܫܐ. ܘܟܗܢܘܬܐ] ܡܢܐ ܕܢܫܐ ܕܐܢܫܐ ܕܟܗܢ ܘܟܗܢܐ ܕܟܗܢܘܬܐ ܀

II. ܡܫܡܫܢܐ ܐܦ ܐܢܫܐ ܕܡܫܡܫ. ܟܗ ܕܗܘܐ ܐܢܫܐ ܠܟܗܢܐ. ܗܘ ܕܢܣܒ. ܡܢ
ܡܫܡܫܢܐ ܕܟܠܐ ܕܟܗܢܐ. ܡܢ ܗܘܐ ܫܡܫܘܢ ܫܢܝ. ܘܐܢܘܢ ܡܫܡܫܐ ܠܡܫܡܫܢ ܡܫܡܫܢܐ
ܕܡܫܡܫ. ܗܘ ܕܟܗܢ ܐܢܫܐ. ܕܟܗܢܐ ܐܢܫܐ[8] ܕܫܡܫܢ ܠܟܗܢܐ ܀

III. ܐܘ ܢܫܐ ܕܟܗ ܗܘ ܡܢ ܕܟܗܢ. ܡܫܡܫܢ ܡܢ ܠܟܗܢܐ. ܘܡܢܫܐ
ܡܢܗܘܢ[9] [ܠܡܫܡܫܢ ܕܟܗ[10] ܕܫܡܫܐ. ܐܢܫܐ ܕܗܘ ܘܐܢܫܝܢ. ܟܠ ܕܐܢܫܐ[11] ܠܟܗܢܐ
ܐܢܫܝ[12] ܡܢ ܟܗܢ. ܐܦ ܠܟܗ ܡܢ ܡܫܡܫܢܐ. ܡܢ ܡܢ ܕܟܗܢܐ[13] ܕܟܗܢܐ[14] ܕܡܫܡܫܐ
ܕܫܡܫ ܀

IV. ܠܟܗܢܐ ܐܢܫ ܕܢܫܐ[15] ܡܢ ܡܫܡܫܢ. ܗܘ ܕܢܫܐ ܕܐܬܐ ܠܟܗܢܐ. ܘܕܡܫܡܫܢܐ
ܡܫܡܫ ܗܘܐ ܐܘ ܐܢܫ ܕܢܫܐ. ܠܟܗܢ ܡܢ ܕܟܗܢܐ ܚܠܦ ܠܟܗܢܐ ܡܢ ܟܗܢܐ ܕܢܫܐ ܘܡܫܡܫܐ
ܕܫܡܫ ܕܫܡܫܐ[16]] ܀

V.

Siehe oben S. 515–517.

---

[1] add. ܗܘ [2] ܠܡܫܡܫ [3] ܡܬܟܗܢܐ [4] Fehler für ܠܡܫܡܫܐ

[5] ܕܫܡܫܢܐ [6] ܗܘ [7] ܡܢ ܫܡܫ anstatt ܡܢ ܟܗܢ ܫܡܫܐ [8] ܐܢܫܘܗܝ [9] add. ܟܗܢ

[10] ܕܟܗܢ [11] add. ܫܡܫܢܐ [12] ܕܐܢܫܝ [13] deest [14] ܡܢ ܟܗܢܐ [15] ܕܢܫܐ

[16] An Stelle der beiden letzten Wörter: ܡܢ ܟܗܢ ܕܡܫܡܫܢܐ. ܘܡܢ ܟܠܐ ܕܫܡܫܢܐ
ܕܫܡܫ ܘܫܡܫܢ ܠܗ ܀



VI.

Petermann 28 Bl. 52ᵃ 1 bis 53ᵃ 20; vom Ergänzer Bl. 52ᵃ 12–20 und Bl. 52ᵇ 13–18. Vergl. S. 42 Bl. 45ᵃ. Zweite Melodie. Freitag Odė 8 und 9. Siehe Ode 8 in *Παρακλητική* S. 83 Col. 1: *Λαὸς ὁ ἀπειθὴς* und das. Col. 2 *Ἵνα τυπώσῃ πάλαι.*

[illegible]

I. [illegible] [1] [illegible] [2] [illegible]

II. [illegible] [3] [illegible] [4] [illegible] [5] [illegible] [6] [illegible] [7]

III. [illegible] [8] [illegible] [9] [illegible] [10]

IV. [illegible] [11] [illegible] [12] [illegible] [12]

[illegible]

I. [illegible] [13] [illegible] [14] [illegible]

II. [illegible]

---

[1] add. [illegible] [2] [illegible] [3] add. [illegible] [4] [illegible] [5] [illegible] [6] [illegible] [7] add. [illegible] [8] [illegible] [9–10] anstatt dessen [illegible] [11] [illegible] [12–12] anstatt dessen [illegible] [13] add. [illegible] [14] [illegible]

III. ܠܟ ܡܢ ܗܘ ܕܠܟܠ. ܥܕܪܢܐ ܕܟܠܗܘܢ ܘܡܚܝܢܐ. ܘܡܣܟܝܢ ܠܥܠܡܐ. ܡܫܒܚܝܢ
ܡܥܕܪܢܐ ܒܫܘܒܚܐ ܠܟܠ. ܘܒܗ ܒܚܝܐ ܕܒܥܕܢܐ ܒܥܘܠܡܐ ܠܟ ܡܪܝܐ. ܘܒܥܘܕܪܢܐ ܕܝܠܟ
ܘܡܫܒܚܝܢ ܠܐܠܗܐ ܡܪܢ ܒܟܘܠܗܘܢ. ܐܝܟ ܕܝܢ. ܘܡܒܪܟܝܢ ܘܡܥܕܪܢܐ ܠܟܠ.
ܡܫܒܚܝܢ ܘܡܘܕܝܢ ܀

IV. ܢܦܫܐ ܚܛܝܬܐ. ܘܡܚܝܠܐ ܕܗܘ ܕܐܝܟ ܠܟܠܢ. ܫܘܒܚܐ ܘܬܘܕܝܬܐ ܠܟ. ܡܢ
ܥܘܠܐ ܢܦܠܐ ܕܢܦܩܬ ܕܢܦܫ ܠܝ. ܡܥܕܪܢܐ ܘܐܠܗܝܬܐ ܕܡܪܐ ܕܟܠܐ. ܡܚܝܠܐ ܕܝܢ ܘܡܥܕܪܢܐ
ܠܡܫܡܫ ܡܢ. ܘܡܣܟܝܢܐ ܠܡܫܒܚܘ ܠܟܠ. ܐܠܐ ܕܡܫܡܫܝܢ ܘܡܫܒܚܝܢ. ܠܟܘܢ ܕܡܒܪܟܝܢ
ܡܫܒܚܐ ܀

V. ܒܫܘܒܚܐ ܕܝܠܗܘܢ. ܕܡܢ ܪܘܚܐ ܕܚܝܐ ܡܫܝܚܐ ܗܘܐ. ܡܢ ܐܒܐ ܘܒܪܐ. ܠܟ ܡܫܒܚ
ܕܪܘܚܐ ܩܕܝܫܐ ܕܡܢ ܐܒܐ. ܠܟܠ ܡܫܒܚ ܕܟܠܗ ܒܪܘܚܝܢ. ܒܫܠܡܐ ܡܫܝܚܐ ܠܟ ܗܘ
ܠܡܫܝܚܐ ܒܚܝܠܐ ܢܦܫܬܗ ܐܡܝܢ. ܐܘ ܒܢܝ ܠܟܠܗ ܠܐܠܗܐ ܕܗܘ ܐܒܐ ܚܝܐ ܐܠܐ. ܕܡܒܪܟ ܡܢ ܗܘܐ ܀

VII.

Petermann 28 Bl. 77[b] 12 bis 79[a] 1; vom Ergänzer Bl. 78[a]. 78[b].
Vergl. S. 42 Bl. 62[b]. Dritte Melodie. Mittwoch Ode 7 und 8.

ܠܟ ܐ ——— ܐܢܬ

I. ܠܟ ܕܒܪܝܬ ܢܗܘܪܐ ܗܘ ܢܦܫܬܐ ܡܚܝܠܐ ܠܡܫܒܚܘ ܠܐܠܗܐ. ܘܒܫܘܒܚܐ ܕܥܠܡܐ
ܕܚܝܠܬܐ[1] ܒܥܢܝܢܐ ܐܝܟ ܕܡܢ ܠܟ. ܡܫܒܚ ܠܐܠܗܐ ܡܫܡܫܝܢ. ܘܡܫܡܫܢܝܬܐ ܡܫܒܚܝܢ. ܡܒܪܟ
ܐܢܬ ܡܪܢ ܐܠܗܐ. ܠܐܠܗܐ ܕܐܒܗܬܢ ܀

II. ܐܝܟ ܕܠܟܘܢ ܫܘܒܚܐ ܕܠܐ ܦܣܩ. ܠܟܘܢ ܒܫܘܒܚܐ ܘܠܟܠ ܕܚܝܠܐ ܢܗܘܪܝܢ. ܐܠܐ ܕܡܢ
ܟܠܗ ܡܫܒܚܝܢ ܕܡܥܕܪܢܘܬܐ ܩܕܝܫܐ. ܘܡܢ ܡܫܡܫܢܐ ܠܟ[2] ܕܡܥܕܪܐ ܕܠܐ ܢܦܩ ܡܫܒܚܝܢ.
ܘܡܫܒܚ ܒܟ ܒܡܫܒܚܘܬܐ ܒܡܫܡܫܢܐ ܡܫܡܫܝܢ ܀

III. ܒܢ ܡܠܐܟܐ ܢܦܫܬܗ ܐܘ ܕܚܝܠܐ. ܠܟ ܗܘ ܠܟܘܢܐ ܕܐܒܗܬܐ ܡܫܒܚܐ[3]. ܘܡܫܒܚ
ܠܟܘܢ ܒܟܠܐ ܕܢܗܘܪܐ ܗܘ ܠܐܠܗܐ ܘܠܟ ܠܟ ܠܟܘܢܐ[4] ܫܦܝܪܝܢ ܘܢܗܘܪܐ[5] ܕܡܫܒܚܝܢ.
ܘܡܫܒܚܝܢ ܒܩܕܝܫܘܬܐ[6] ܕܠܐ ܡܫܒܚܐ ܕܫܦܝܪܐ[7] ܀

IV. ܐܘܕܝܬ ܠܟ ܢܗܘܪܐ ܕܫܦܝܪܐ[8]. ܕܡܫܒܚܝܢ ܐܘ ܕܚܝܠܐ ܒܟܠܗ. ܘܐܪܝܗ[9] ܡܫܒܚ
ܢܦܫܬܐ[10] ܘܒܪܝܬܐ ܕܫܡܝܐ ܒܟܠܐ. ܘܐܝܟ ܠܟ ܒܢܝ ܕܐܒܗܬܐ. ܘܒܫܘܒܚܐ ܩܕܡ[11] ܠܟܘܢ
ܡܫܒܚܐ ܐܝܟ ܗܘ. ܕܡܫܒܚܝܢ ܠܐܠܗܐ ܒܢ ܡܫܒܚܝܢ ܀

---

[1] ܕܚܝܠܬܐ [2] deest [3] ܡܫܒܚܐ [4] ܡܢ ܠܟܘܢܐ [5] ܕܢܗܘܪܐ
[6] ܒܩܕܝܫܘܬܐ [7] ܕܫܦܝܪܐ [8] ܕܫܦܝܪܐ [9] ܘܐܪܝܗ [10] ܢܦܫܬܐ
[11] ܐܩܕܡ

ܩܠ ܝ ܠܚܘܪܐ ܐܠܚܢܝ

I. ܠܚܠܘ ܠܐܘܟܠܐ ܘܫܦܝܪܐ ܕܡܘܫܐ. ܗܘ ܕܠܘ ܕܥܒܪܐ ܘܫܪܝܬܐ ܕܡܠ ܠܠܡܫܝܚܬܐ
ܠܠܒܢ ܗܘ ܡܫܡܫܢܐ. ܐܡܐ ܕܐܠܗܐ. ܡܡܪܢܝܬܐ ܘܟܠܝܠܐ[1] ܘܡܒܪܢܐ. ܠܟܠܗܘܢ ܠܗܘܐ
ܘܡܥܪܒܬܐ. ܐܡܬܐ ܠܡܫܡܫܢܝܢ[2] ܠܗܠ ܢܘܚܐ ܗܘ ܕܦܪܘܩܐ[3] ⁘

II. ܢܘܪܐ ܡܫܡܫ ܒܗ ܕܪܝܫܝܬܐ. ܘܚܝܬ ܓܘܡܪܐ ܢܣܒܬ[4] ܕܢܗܘܪܐ ܗܘܝܐ ܗܘܝ ܐܢܬܝ.
ܒܟܠܐ ܕܡܢܗ ܡܢܗ ܕܐܠܗܐ. ܢܘܡܘ ܠܠܗ ܕܢܚܡܐ ܕܡܠܟ ܐܝܟ ܕܐܡܬܘܪܒ. ܘܐܡܬܐ ܠܗܘ ܗܘ
ܢܘܚܐ ܕܦܪܘܩܐ[5]. ܐܡܟܐ ܕܐܬܦܢܝ ܡܢ ܢܘܪܐ ܕܒܝܫܬܐ ܕܡܠܟ ⁘

III. ܐܘ ܐܡܐ ܕܒܬܐ ܠܟܢ ܡܫܝܚ ܐܢܬܝ. ܘܐܝܟ ܐܢܬܝ ܬܒܝܒܬܐ ܢܣܝܒܬܐ. ܕܠܒܫܬܐ ܕܡܠܟ
ܗܘ ܕܐܬܚܙܝ ܒܓܠܝܐ ܕܣܗܕܐ. ܘܟܠܗܝܢ ܕܩܘܡܐ ܕܟܘܠܐ ܡܫܘܠܠ ܐܢܬܝ. ܒܪܘܚܢ ܒܡܫܡܫ
ܕܢܣܒܢ[6] ܐܘ ܒܠܗ. ܐܡܟܐ ܕܐܬܦܢܝ] ܒܟܠܙܒܢ ܠܟܠܗܘܢ ܟܠܢ. (79ᵃ)

VIII.

Petermann 28 Bl. 79ᵃ 2 bis 80ᵃ 13; vom Ergänzer Bl. 79ᵃ 5–12 und 79ᵇ 5–12. Vergl. S. 42 Col. 63ᵇ. Dritte Melodie. Mittwoch Ode 9. Donnerstag Ode 1. Siehe Ode 1 in *Παρακλητική* S. 117 Col. 1: *Ἐκκλησίας τοὺς πύργους.*

ܩܠ ܓ ܠܗܘܢ ܠܟܢ ܕܒܬܐ ܘܐܘܪܫܠܡ ܒܡܫܡܫܘ.

I. ܡܢ ܕܒܐܬܪܗܘܢ ܐܬܐ ܐܢܬ. ܒܪܘܚ ܩܘܕܫܐ ܕܒܚܝܐ ܕܡܫܝܚܐ. ܒܪܘܚܐ ܐܒܐ [ܗܘܐ ܠܟ. ܕܠܐ ܐܬܬ
ܠܟ ܡܫܡܫ ܒܪܘܚܐ. ܠܐܡ ܡܢܗ ܕܐܠܗܐ ܗܘܝ[7] ܒܗ ܒܝܬ ⁘

II. ܡܫܝܚܐ[8] ܕܐܬܦܬܚ ܐܬܬ ܗܘ ܡܢܗ ܕܐܠܗܐ. ܠܒܫܬܐ[9] ܕܢܘܗܪܐ ܒܣܓܝܐܘܬܐ. ܡܒܟܢ
ܡܫܡܫ ܕܡܫܡܫܢܐ. ܘܠܟܢ ܒܟܠܠ[10] ܠܐܘܪܚܬܐ ܒܟܠܗ ܐܝܟ ܐܡܬܒܢ ⁘

III. ܒܗ ܓܘܢܐ ܕܟܠܗ ܬܝܒܐ. ܘܡܒܪܘܪܐ ܕܟܠܗ ܕܪܬܡܐ. ܚܘܝܬܐ ܕܟܠܗ ܠܬܒܠ. ܢܘܪܗܘܢ
ܡܢ ܒܩܠܐ] ܕܣܓܝܐܘܢ. ܘܒܟܢ ܐܡܬܒܢ ܚܝܐ ܦܪܝܫܐ ܐܡܐ ܕܐܠܗܐ ⁘

IV. ܐܝܟܢ ܠܡܒܘ̄ ܕܩܠܐܬܐ. ܘܡܫܡܫܐ ܕܚܝܒܐ. ܡܥܒܪܐ[11] ܓܒܠ ܠܡܥܒܕܢܘܬܐ. ܠܐܢܫ
ܕܡܟܠܠ ܙܪܥ ܚܝܐ. ܘܠܟܢ ܒܗ ܡܘܟܠ ܓܒܘܠܐ ܒܡܘ̄[12] ܡܥܒܕܢܐ ⁘

ܡܢܘܬܐ ܕܢܘܗܪ ܗܘ ܒܫܒܠܐ ܒܗ ܠܟܠܗܝܢ. ܩܠ ܐ ܠܗ ܗܘ ܕܟܠܢ ܒܪܫܬܐ.

I. ܫܘܪܐ ܡܫܡܫܢܐ ܘܡܫܪܪܐ. ܕܒܝܬܐ [ܐܬܝܠܕܬ ܐܦ ܫܬܐܬܣܬ[13] ܘܡܫܒܚܐ ܫܪܝܪܐ.
ܐܦ ܚܝܐ ܘܦܘܪܩܢܐ ܘܠܒܫܘܬܐ[14] ܘܦܪܘܩܢܐ. ܠܗ ܢܘܪ ܒܢ ܡܬܠܡܫܝܢ. ܠܟܠܝܢ ܡܫܒܚܝܢ
ܘܒܘܩܝܢ. ܐܡܟܐ ܕܟܢ ܢܦܪܘܩ ܘܢܬܦܪܐ ܒܒܥܘܬܗܘܢ ⁘

---

[1] ܘܟܘܠܠܐ [2] ܐܘ ܡܫܡܫܬܐ ܘܐܡܬܐ ܠܡܫܡܫܢܘܗ [3] ܕܡܠܟ [4] ܢܟܠܬ
[5] ܕܦܪܘܩܐ [6] ܕܢܣܒܢ [7] add. ܠܟ [8] ܡܫܝܚܐ ܐܬܐ ܓܘܢܐ für ܡܫܝܚܐ ܐܬܐ
[9] ܠܒܫܬ [10] ܒܗ ܡܠܟ [11] ܘܡܥܒܪܐ [12] add. ܒܟ [13] ܫܬܐܬܣܬ [14] ܠܒܫܬܐ

II. ܒܩܘܫܬܐ[1] ܘܠܐ ܡܬܦܠܓܢ. ܘܠܐ ܦܪܘܫܘܬ ܩܢܘ̄. ܒܟܝܢܐ ܘܚܕ ܘܒܐܠܗܘܬܐ ܘܚܕܐ[2]
ܢܣܓܘܕ. ܘܢܫܒܚ ܒܬܫܒܘܚܬܐ ܘܐܝܟ ܒܬܫܒܘܚܬܐ. ܠܐܒܐ ܘܠܒܪܐ[3] ܥܡ ܪܘܚܐ ܩܕܝܫܐ[4] ܐܘ
ܡܠܟܘܬܐ ܚܕܬܐ ܘܚܝܐ. ܘܫܘܒܚܐ ܗܘ ܘܫܘܒܚ ܠܟ[5] ܘܟܠ ܥܠܡܐ ܘܥܠܡܝܢ ܀

III. ܐܘ ܕܝܠܐ ܕܒܫܡܝܐ ܐܢܬ ܐܝܬܝܟ ܠܘ ܡܬܬܙܝܥ. ܘܫܒܝܚ ܕܝܠܐ ܐܠܐ ܠܡܥܡܕ ܡܫܟܚ
ܐܠܐ. ܠܒܢܝ ܥܡܐ ܢܚܬ ܒܬܫܒܚ. ܘܠܐ ܡܬܩܪܒ ܡܬܬܪܝܡ. ܘܟܠ ܗܘ ܠܟ ܡܢܝ ܡܪܐ ܐܠܐ.
ܗܘ ܠܗ ܐܝܟܐ ܠܐܠܗܘܬܐ. ܘܦܪܘܩܢ ܥܡ ܐܦܫܛܐ ܕܡܠܟܝܢ ܩܕܝܫܐ ܀

IV. ܒܗܡ ܟܠ ܡܪܕܐ ܕܢܦܠ. ܘܦܘܪܫܢܐ ܕܩܕܝܫܐ. ܐܦ ܒܗܡ ܡܪܢܐ ܐܘ ܐܝܟܐ ܡܠܟܐ
ܡܫܝܚܐ. ܒܢܝ ܘܐܬܢܫܝ ܘܠܐ ܥܠܡܐ. ܒܗܘ ܕܡܬܚܙܐ ܐܠܗܐ. ܐܝܟܐ ܕܢܦܪܘܩ ܡܢܝ ܒܠܘܡ
ܢܦܫܐ ܕܦܬܓܡܐ. ܘܚܝܐ ܢܬܝܠ ܕܠܥܠܡ ܢܫܒܚ ܠܟ ܒܬܫܒܘܚܬܗ ܀

IX.

Petermann 28 Bl. 98[b] 11 bis 101[b] 13; vom Ergänzer Bl. 99[a] 1–6; 99[b] 1–9; 100[a] 1–9; 100[b] 1–12; 101[a] 5–13 (Facsimile II). Vergl. S. 42 Bl. 82[a]. Vierte Melodie. Montag Ode 8 und 9 erste Serie, Ode 1 und 3 zweite Serie. Siehe Ode 8 in *Παρακλητική* S. 146 Col. 1: *Λυτρωτὰ τοῦ παντὸς*; Ode 9 Vers 2 das. S. 147 Col. 1: *Οἱ νοῦν τὸν γεννήτορα*; Ode 1 das. S. 143 Col. 1: *Σωτήρ μου Ἰησοῦ* und Ode 3 Vers 2 das. S. 144 Col. 1: *Νυκτί με τοῦ βίου.*

ܠܚ̄ ܕ̄ ܕܒܪܝܬ ܒܠܘܡ.

I. ܡܕܒܪܢܐ ܕܒܪܝܬܐ. ܡܫܝܚܐ ܡܪܐ ܚܝܠ ܟܠ. ܠܒܪܝܬܟ[6] ܦܪܩܬܐ. ܡܫܡܫܢܘ ܕܚܝܠܬܐ[7].
ܡܢ ܐܠܗܝܬܐ[8] ܢܘܗ[9] ܠܗܘܢ ܝܗܒ. ܘܠܟ ܐܢܝ ܕܐܬܪܢܝ. ܒܠܘܡ ܬܒܪܘܢ ܘܒܪܝܬܗ. ܘܡܪܝܐ
ܡܠܟܘ ܠܡܪܐ ܟܘܠ ܀

II. ܐܒܗܐ ܘܐܡܗܬ ܚܝܐ. ܘܠܐ[10] ܡܠܘܬܐ. ܚܝܐ ܠܐ ܡܬܒܘܐܬܐ [ܡܫܡܫܢ ܐܢܝ ܡܫܡ̄.
ܠܡܫܡܫܢܐ ܕܠܗܘܢ[11]. ܘܠܟܠܗ ܐܢܝ ܕܐܬܪܢܝ ܀ (99[a])

III. ܚܘܪܝ ܡܢܝ ܡܢ ܡܫܡܝ. ܦܘܪܩܢܐ ܕܩܕܝܫܐ. ܘܗܘܡܠܐ ܘܠܐ ܥܠܡܐ. ܡܒܥܝ[12] ܡܢ
ܡܢܝ. ܫܒ̄ ܕܬܢܝܚܐ ܠܗܘܢ. ܐܝܟ ܡܪܐ ܘܒܪܝܬܐ ܕܟܠ. ܒܠܘܡ ܒܒܪ̄[13] ܀

IV. ܒܟܠ ܦܘܩܕܢ ܕܡܫܡܫܐ. ܐܠܬܢܝܬܐ] ܐܘ ܕܒܗܬܐ. ܘܐܬܒܢܝܘܗܝ[14] ܠܠܗܘܢܐ. ܟܠܠ
ܡܢ ܡܢ ܐܢܫܐ. ܒܫܡܝܐ ܕܗܘܠܐ[15] ܦܬܓܡܐ. ܗܘ ܕܒܗܝ ܠܗܘܢܐܘ. ܠܐ ܗܘܟܠܐ ܗܘ. ܘܟܠ
ܗܘ ܡܒܪܟܝܢ ܒܚܘܒܐ ܠܚܒܪܐ ܕܡܠܟ ܀

---

[1] ܒܩܘܫܬܐ [2] ܕܒܗܐ [3] ܠܐܒܘ̈ ܘܐܡܫܡܘ [4] ܒܪܘܚܐ [5] add. ܥܡ ܒܬܫܒܘܚ
[6] ܕܒܪܝܬܟ [7] ܕܚܝܠܬܟ [8] ܐܠܗܝܬܐ [9] ܢܘܗܪ [10] ܘܠܐ [11] ܕܠܗܘܢܐ
[12] ܡܒܥܝܢ [13] add. ܘܒܪܝܬܗ [14] ܘܐܬܒܢܝܘ̄ [15] ܕܗܘܠܐ



[illegible]

I. [illegible]

II. (99ᵃ) [illegible][1] [illegible][2] [illegible][3] [illegible]

III. [illegible][4] [illegible] [illegible][5] [illegible][6] [illegible][7] [illegible]

IV. [illegible] [[illegible] (100ᵃ) [illegible]

[illegible]

I. [illegible][8] [illegible] (?) [illegible]

II. [illegible] [illegible][9] [illegible]

III. [illegible] [[illegible] (100ᵇ) [illegible][10] [illegible][11] [illegible][12] [illegible]

IV. [illegible] [illegible] (?) [illegible] (?) [illegible]

V. [illegible] (101ᵃ) [illegible]

---

[1] Versehen für [illegible] [2] add. [illegible] [3] [illegible] [4] deest [5] [illegible] [6] add. [illegible] [7] deest [8] [illegible] [9] add. [illegible] [10] [illegible] anstatt [illegible] [11] [illegible] [12] [illegible]

ܠܗ̄ ܢ . . . .

I. ܡܫܝܚܐ ܗܘ ܕܣܠܩܬܐ ܠܐܠܦܝܢ. ܘܐܝܟ ܕܒܪܘܚܐ ܐܡܪ ܘܐܬܝܗܘ [ܣܠܩܬܗܘܢ.
ܘܡܛܠ ܗܘ ܕܡܢ ܐܦ (101a 6) ܐܡܬܪ ܠܟܘܢ ܠܘܬ ܫܡܝܐ[1] ܒܡܪܢܐ ܘܐܬܟܠܝ ܀

II. ܒܠܠܐ ܕܫܩܐ ܒܢܝܐ ܡܢܗ . . .[2] ܐܠܐ. ܘܒܫܘܒܚܐ ܕܒܠܥܐ ܗܘܐ ܡܛܠ ܐܠܐ. ܡܢܟ̄
ܦܪܘܩܢ. ܡܢ ܠܟ ܡܢܢ ܐܠܗܐ ܕܢܘܗܪܐ. ܕܐܝܟ ܒܐܘܪܚܐ ܕܐܬܒܠܐ ܀

III. ܒܫܒܐ ܕܫܒܝܐ ܕܡܢ ܡܥܢܝ. ܣܠܩܬ ܠܟ ܡܢܢ(?) ܠܟ ܫܡܝܐ[3]. ܘܡܢ
ܗܘ ܫܒܐ ܦܪܘܩܢ ܕܡܥܠܐ . . . . .[4] ܡܢܟ̄ ܡܢ ܗܘܐ ܕܢܘܪܐ. ܘܒܡܢ] ܦܬܓܡܐ ܕܠܟ
ܐܡܪ ܡܫܒܚ ܀

IV. ܐܬܦܠܓ ܬܠܝܬܝܢ ܡܫܘܝܐ ܒܡܐ. ܘܒܪܘܚܐ ܡܠܟܐ. ܠܐܦ ܚܘܒܐ ܡܬܦܠܓܝܢ
ܕܡܢܐ. ܘܠܐܦܐ (101b) ܡܟܡܢܢ ܡܠܟ ܫܘܒܚܐ. ܘܗܘܐ ܬܡܡܢ ܐܝܟܢ[5] ܒܢܘܗܪܐ ܕܠܐ ܚܙܝ ܀

V. ܐܬܚܡܡ ܘܐܬܟܪ ܫܒܪܐ ܡܢ ܡܢܐ. ܢܫܐ ܕܝܢ ܐܬܐܡܪܬ ܐܦ ܐܡܬܪܝܬ ܒܫܘܒܚܗ
ܕܡܫܝܚܐ. ܘܒܠܗܘܢ ܡܫܘܝܐ ܠܫܒܪܐ ܕܡܢܝܢ. ܒܡܢܐ ܘܫܘܒܚܐ ܗܘܐ ܡܦܢܝܢ ܐܝܟܢ ܀

VI. ܡܢܗܘܢ. ܕܐܬܚܢܢ ܡܢܐ ܒܠܐ ܒܠܥܐ. ܐܟܡܐ ܕܐܬܝܠܕ ܠܒܬܠܬܐ ܕܡܫܝܚ ܒܠܐ
ܒܠܐ ܚܘܪܒܢ ܕܒܬܐ. ܡܢ ܡܫܒܚܐ ܕܢܝܐ ܕܫܒܩܘ ܕܒܪܝܫܝܬܐ ܠܟܢ ܡܫܘܐ ܐܠܐ ܀

X.

PETERMANN 28 Bl. 216b 1 bis 217b 13; vom Ergänzer Bl. 217a 1–11. In S. 42 nicht vorhanden. Siebente Melodie. Donnerstag Ode 3 und 4. Siehe Ode 3 in *Παρακλητική* S. 287 Col. 2: *Ὡς οὐρανοὶ* und Ode 4 das. S. 288 Col. 1: *Ὁ τοῦ πατρὸς σύνθρονος.*

ܠܗ̄ ܕܢ̄ ܒܢܘܢ̄ ܗܘ ————

I. ܐܝܟ ܫܡܝܐ ܡܫܒܚܐ ܐܒܪܗܡ ܕܐܠܗܐ ܕܡܠܟܐ ܩܕܝܫܐ. ܐܟܡܐ ܕܡܪܝܡ ܢܒܝܐ
ܒܪܘܚ ܡܫܝܚܐ ܘܒܪܡܐ ܠܢܒܝܐ ܐܦ ܡܪܝܡ ܘܠܫܡܗ ܒܠܐ ܐܠܗܐ ܕܠܟܢ ܫܒܪܐ ܐܦ
ܣܓܘܕ ܦܪܘܩܐ. ܘܡܢ ܚܝܐ ܕܢܬܟܢ ܦܪܘܩܢ ܠܒܢܝܢܫܐ ܀

II. ܐܝܟ ܒܪܬܐ ܡܫܝܚܐ ܐܬܐܡܪ ܕܗܘ ܒܢܝܢ ܒܠܗܘܢ ܒܒܪܝܬܐ ܡܫܝܚܐ ܡܫܒܚܐ ܐܦ
ܠܟ ܒܒܗܬܝܢ ܡܘܕܝܢ ܡܢ ܒܪܬܐ ܡܪܝܐ ܕܫܡܝܐ ܕܒܠܐ ܐܝܟ ܒܢܐ ܡܡܪܢ ܒܢܝܢ ܘܒܫܒܐ
ܕܒܢܝܗܘ ܡܫܒܚ. ܘܦܪܘܩܢ ܐܡܪ ܠܐܒܘܗܝ[6] ܀

III. ܐܬܢܨܚ ܘܫܒܚ ܒܥܘ ܢܒܝܐ ܒܢ ܬܡܢ ܗܘܐ ܡܫܒܚ ܐܠܐ ܡܢ ܗܘ ܫܡܝܐ
ܕܫܡܝܐ . . . . ܬܠܡܝܕܐ ܡܫܒܚܐ ܕܡܫܝܚܐ. ܕܒܡܢ (217a)

---

[1] ܣܘܡܟܐ [2] ܡܬܢܦ [3] ܣܠܩܬ ܠܟ ܡܢܢ ܒܠܐ ܫܡܝܐ

[4] ܦܪܘܩܢ [5] ܡܟܡܢܢܝܢ [6] Vers I und II sind auf der folgenden Seite wiederholt. Der folgende Vers III ist nur fragmentarisch erhalten.

[ܠܦ̄ ܕ]

I. ܗܘ̇ ܕܟܠܐ ܠܐܢܫܘܢ ܒܪܐ ܕܐܒܐ ܠܝ... ܐܬܐ ܒܒܣܪ: ܐܠܗܐ ܐܝܟ ܒܪܢܫܐ. ܘܠܒܢܝ
ܢܦܠ ܠܗ ܠܥܡ̈ܡܐ ܩܕܝܫܐ ܘܠܒܠܒܝܢ ܒܩܕܡܐ ܕܐܬܐ. ܠܡܠܟܝܢ ܡܢ ܕܝܠܗ ܕܐܠܗܘܬܗ ܀

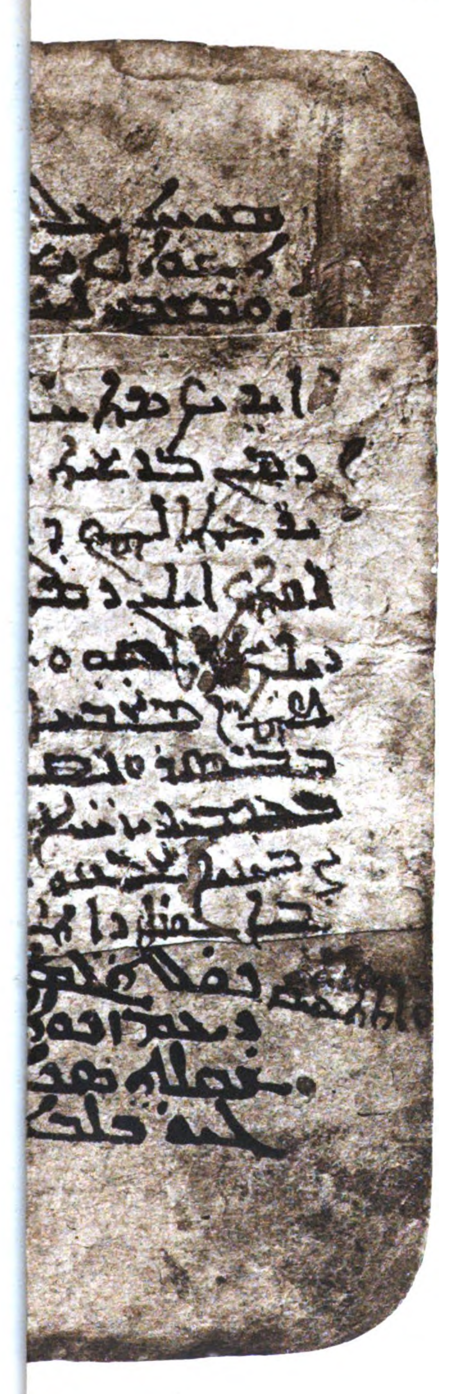
II. ܦܢܝܘܗܝ ܢܗܪܐ ܘ... ܠܬܡܘܗܐ ܡܠܟܐ ܩܕܝܫܐ ܠܗ ܢܘܗܪܐ (?) ܒܢܝܐ ܦܨܝܚܐ.
ܘܡ... ܐܝܟ ܒܡܘܠܕܐ ܕܝܠܗ. ܐܘܘ ܘܐܠܗܘ ܒܒܘܠܗܝܢ. ܠܥܡ̈ܡܐ ܓܪ ܐܬܒܝܢ ܕܐܘܡܐ
ܡܫܝܚܐ ܀ (217[b])

III. ܡܢ ܒܬܠܐ ܢܦܩ. ܢܗܪܐ ܘܬܫܡܫܘܗ ܠܝ. ܘܡܢ ܒܬܠܐ ܒܫܪܐ ܘܡܝܬܘܢ ܕܢܚܐ
ܒܢܝܐ. ܘܡܢ ܩܘܡܐ ܠܐܒܐ ܕܒܬܠܐ ܢܗܘܐ. ܡܠܟܐ ܡܫܒܚܐ ܘܡܫܝܚܐ. ܘܡܢ ܗܘ ܠܡܫܝܚܐ
ܘܡܘܫܐ ܕܡܠܟܗ ܀

IV. ܐܝܟ ܗܘ ܕܐܬܓܠܝ. ܕܢܘܗܪ ܠܗ ܐܢܐ. ܒܝܢ ܡܫܝܚܐ ܘܡܫܡܫܢܘܬܗ
ܠܒܢܘ ܕܐܠܗܐ. ܒܗ ܘܐܡܫܝܚ ܒܗ ܡܠܟܐ ܡܝܬܐ ܘܒܗ ܓܘܪܐ ܕܡܫܝܚܐ ܒܢܝܢܐ. ܢܫܒ
ܡܫܒܚܐ ܕܩܕܡ. ܘܬܘܕܝܐ ܕܝܠ. ܘܒܠܘܬ ܩܕܡܘܗܝ ܀

Ausgegeben am 8. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



515.

[ܠ̄ܓ ܕ]

I. ܗܘ̇ ܕܡܛܠ ܐܢܫܘܬܢ ܒܪܐ ܕܐܬܐ ܠܗ . . . ܐܬܐ ܒܒܣܪ: ܐܝܫܘܥ ܐܝܟ ܒܪܢܫܐ. ܘܠܟܠ
ܝܗܒ ܠܗ ܠܥܠܡܐ ܦܘܪܩܢܐ ܘܚܝܐ ܒܦܘܡܗ ܕܐܡܪ. ܠܡܫܒܚܘ ܡܢ̄ ܕܫܠܚ ܕܠܟܘܬܗ ܀

II. ܠܗ ܢܘܕܐ ܫܡܐ ܘ . . . ܠܬܫܒܘܚܬܐ ܡܠܟܐ ܦܘܪܩܢܐ ܠܗ ܢܣܩܘܢ (?) ܒܢܝܐ ܪܚܡܘܗܝ.
ܗܘ . . . ܐܢܐ ܒܫܘܒܚܐ ܕܫܡܝܐ. ܐܝܟ ܘܐܬܠܚܡ ܒܒܝܘܡܬܢ. ܠܥܠܡܐ ܡܢ ܐܡܝܢ ܕܐܝܬܘܗܝ
ܡܥܢܝܬܐ ܀ (217b)

III. ܡܢ ܒܥܠܕܒܒܐ ܢܦܩܐ. ܢܦܩܘ ܘܫܒܩܘܗ ܠܗ. ܘܡܢ ܒܥܠܕܒܒܐ ܢܦܩܘ ܘܡܬܚܙܝܢ ܕܫܡܝܐ
ܒܢܝܐ. ܘܡܢ ܦܘܡܐ ܠܐܒܐ ܕܒܥܠܕ ܢܦܩܐ. ܡܠܟܐ ܡܫܒܚܐ ܘܡܥܢܝܐ. ܘܡܢ ܗܘ̇ ܠܡܫܡܥ
ܫܡܥܬ ܕܠܟܘܢ ܀

IV. ܐܝܟ ܗܘ ܕܐܬܒܣܪ. ܕܐܬܚܙܝ ܒܗ ܐܒܐ. ܒܪܝ ܡܘܫܐ ܕܡܫܝܚܐ
ܠܒܪܗ ܕܐܠܗܐ. ܒܗ ܘܦܪܩܢ ܒܗ ܡܠܟܐ ܡܫܝܚܐ ܘܒܗ ܥܘܪܐ ܕܡܫܪܐ ܒܢܝܐ. ܫܠܡ
ܫܘܒܚܐ ܕܡܪܢ. ܘܢܗܘܐ ܕܝܠܢ. ܘܠܟܘܢ ܫܘܒܚܐ ܀

Ausgegeben am 8. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



Seite
. 482
. 502

ℳ 22.50

ℳ 2.50
3.50
0.80
6.—
3.—
3.—
1.—
1.—
1.—
ℳ 1.50
2.—
2.50
3.—
11.—
5.50

12.—

8.—

III.

Petermann 28 Bl. 35ª 14 bis 36ª 9; vom Ergänzer Bl. 35ᵇ 1–12. Vergl. S. 42 Bl. 32ᵇ. Zweite Melodie. Dienstag Ode 5. Siehe Vers 2–5 in *Παρακλητική* S. 65 Col. 2: *Ταῖς προχοαῖς Ἰορδάνου.*

ܠܩܠ ܗܘ ܠܩܠ ܕܐܥܡܕܐ.

I. ܐܝܟ ܗܘ ܢܗܘܪܐ. ܘܐܠܗ ܕܡܠܟܐ ܒܫܡܘܬܐ. ܘܚܝܐ ܘܦܘܪܩܢܐ. ܘܐܬܝܐ ܕܐܬܦܩܕ ܡܥܡܕܘܗܝ ܡܫܝܚܐ ܦܪܘܩܢ. ܠܥܠܡ ܡܫܒܚ ܐܢܐ. ܡܠܟܐ ܪܒܐ ܕܥܠܡܐ. ܐܝܟ ܠܐܪܟܢܗ ܒܐܠܗܘܬܐ ܕܢܗܘܪ ܠܟ ܐܢܐ. [ܡܫܝܚܐ ܕܠܒܪ ܡܢܟ ܐܠܗܐ ܠܐ ܝܕܥܢܢ ܀

II. ܒܡܥܡܕܐ ܕܝܘܪܕܢܢ[1]. ܡܢ ܐܠܗܝܐ ܐܘ ܐܢܫܝܐ. ܠܡܥܡܕܐ ܘܠܐ ܝܕܥܘ. ܡܫܝܚܐ[2] ܕܠܗ ܐܬܥܡܕ[3] ܘܡܢ ܘܠܐ ܡܠܘܐ. ܕܢܗܘܐ ܒܫܝܢܐ ܠܡܥܡܕܐ ܕܚܝܐ ܕܡܫܝܚܐ. ܘܡܘܬܒܢ[4] ܘܐܪܥܐ ܢܗܪܐ ܕܒܦܘܩܕܢܟ[5] ܘܠܗܘܢ ܝܗܒܬ ܦܘܪܩܢܐ ܗܘܝܐ ܕܐܝܬܝܐ[6] ܀

III. ܒܢܗܪܐ ܪܒܐ. ܘܒܝܘܚܢܢ ܗܘܐ ܐܢܐ. ܐܦ ܒܥܡܕܐ ܡܥܡܕܐ. ܘܡܫܝܚܐ ܒܟܠ ܕܐܬܐ ܡܐ ܕܡܥܡܕܘܗܝ ܐܢܐ ܠܒܫܡܝܐ ܕܡܢܗ. ܘܚܝܠܐ ܕܚܝܐ ܕܝܠܗ. ܘܡܥܡܕܢ ܐܢܐ ܠܟ ܡܪܢܐ ܡܫܝܚܐ. ܫܡܥܐ ܠܟ ܒܗ ܡܠܟܐ[7] ܕܡܥܡܕܝܢܐ ܕܠܟ ܀]

IV. ܗܘ ܠܟ ܐܒܐ. ܐܝܟ ܡܢ ܕܐܝܬܘܗܝ. ܡܫܝܚܐ ܕܐܒܐ ܕܒܢܝܐ ܕܚܝܐ ܐܦܝܣ ܒܡܘܡܝܬܐ. ܒܪܘܚܐ ܐܝܟ ܠܟ ܡܬܥܡܕܐ ܠܥܠܡܝܢ. ܘܡܥܡܕܢܐ ܢܦܫܝ[8] ܐܠܗܝ. ܗܘ ܕܐܦ ܒܪܘܚܐ ܡܫܝܚܐ ܐܬܐ ܕܐܝܬܘܗܝ ܀

V. ܒܡܥܡܕܐ ܡܝܐ. ܕܗܘ ܡܫܝܚܐ ܐܬܓܠܝ. ܘܡܫܘܚܬܐ ܡܪܝܐ. ܒܗ ܐܢܐ ܕܠܐܠܗܐ ܐܬܚܙܝ ܠܗ ܚܝܐ. ܐܝܟ ܕܐܬܓܠܝ ܠܥܠܡܐ. ܗܘ[9] ܕܐܬܝܠܕ ܝܘܡܢ ܚܝܐ. ܘܡܫܝܚܐ ܕܟܠ ܢܦܫܬܐ ܡܬܦܩܕܐ. ܘܠܗ ܢܬܠ ܬܫܒܘܚܬܐ. ܘܡܫܒܚܝܢ ܡܢ ܟܠ ܐܢܫ ܀

IV.

Petermann 28 Bl. 42ᵇ 17 bis 44ª 9; vom Ergänzer Bl. 43ᵇ 1–10 und 44ª 1–9. Vergl. S. 42 Bl. 38ª. Zweite Melodie. Mittwoch Ode 9. Donnerstag Ode 1. Siehe Ode 1 in *Παρακλητική* S. 75 Col. 1: *Τοῦ φωτὸς τοῦ θείου ἀστραπαί.*

ܠܩܠ ܛܘ ܠܟܘܢ ܠܡܠܟܐ ܐܠܗܐ ܕܡܢ ܐܠܗܐ.

I. ܠܟܘܠܗ ܡܥܡܪܐ ܕܠܒ ܟܕ ܢܘܗܪܐ. ܐܝܟ ܗܘ ܒܥܡܡܐ ܐܘ ܒܢܝܢܐ. ܛܠܝܐ ܕܡܢܐ ܛܒܝܒܐ ܒܐܠܗܘܬܐ. ܡܢ ܒܟܠܗ ܠܟܘܢ ܒܫܡܝܐ ܡܪܝܡ ܐܢܐ. ܫܡܥܘ ܟܠܟܘܢ ܐܡܪܐ ܕܚܝܐ ܘܗܘܟܢ ܠܟ ܕܐܡܪܐ ܠܒܢܝܢ ܛܒܐ ܛܒܐ (?)[10]. ܕܠܟܘܢ ܒܡܠܟ ܒܡܠܟܘܬܐ. ܒܠܡܠܟܬܐ ܢܗܪ ܘܢܫܪ ܀

---

[1] ܕܝܘܪܕܢܢ [2] add. ܐܠܗܐ [3] ܐܬܥܡܕ [4] ܘܡܘܬܒܢ [5] ܕܟܠ ܒܦܘܩܕܢܟ

[6] ܕܐܝܬܝܐ [7] add. ܒܒܢܘܗܝ [8] ܠܡܫܝܚ [9] ܠܗܘ [10] ܡܠܟܐ

II. ܐܢܘܫ ܐܚܪܢܐ ܐܘ ܡܫܡܫܢܐ. ܟܠ ܣܘܢܗܕܘܣ ܕܡܘܡܝܢ. ܘܕܪܘܫܐ ܕܐܢܫ ܕܠܡܢ ܕܢܦܠ. ܐܢܘܫ ܡܢܟܢ ܐܝܬ[1] ܠܐܚܪ ܕܢܘܗܪ. ܘܡܢ ܗܘ ܢܘܗܪ ܕܠܒܘܫ ܐܝܬܘܗܝ ܟܕ ܒܬܘܠܐ ܐܘ ܕܢܦܠ. ܘܡܬܦܪܢܣܝܢ ܐܠܗܐ ܠܚܝܐ ܡܠܟܐ ܛܘܒܢܘܬܐ ܀

III. ܕܟܢܫܗ ܘܡܫܬܠ ܗܘܐ ܣܝܡܐ ܐܝܬ ܠܗ. ܘܒܢܦܫܐ ܘܒܦܓܪܐ ܡܡܫܡܫ. ܘܡܫܬܠ ܐܝܟ ܒܟܠ ܣܥܪ ܕܣܝܡܐ. ܒܝ ܡܢܣܒܢܘܬܐ ܐܘ ܡܢܐ ܕܝܠܗ. ܐܝܠܝܢ ܒܐܪܒܥ ܡܦܪܫܝܢ. ܡܢ ܒܝܬܐ ܘܬܪܬܝܢ ܠܗ. ܕܒܢܣܒܢܘܬܐ ܘܣܘܒܠ. ܡܫܬܘܐ ܐܝܟ ܠܗܘܢ ܐܘ ܡܫܡܫܢܐ ܀

IV. ܡܫܡܫܢܐ ܠܐܢܬܬܐ ܕܒܪܫܡܐ. ܕܢܗܘܐ ܕܢܘܗܪ ܐܬܚܙܝ. ܠܒܪܐ ܗܘ ܕܡܢ ܒܥܠܗ ܘܐܬܐ ܕܢܗܪܐ. [ܘܡܢܒܢ ܐܠܝܢ ܒܕܝܢܐ ܡܫܬܡܫܢܐ. ܘܒܟܠ ܕܒܬܪܗ ܛܒܥܐ. ܠܒܢ ܢܦܩܐ ܠܐܢܬܐ. ܟܠ ܘܗܘ ܠܗ. ܡܬܟܢܫ[2] ܒܡܫܡܫܢܘܬܐ ܠܟܠܗܘܢ ܗܘ ܠܐ ܡܬܕܒܪܐ[3] ܀

ܩܢܘܢܐ ܩܕܡ ܝܘ̄. ܠܡܬܝܢܐ. ܠܥܡܠܐ[4] ܒܪ ܠܐܘܣܛܐ.

I. ܒܥܠܡܐ ܕܢܘܗܪ ܠܐܢܬܐ. ܘܢܦܪܫܗ ܡܢ ܐܢܫܝܢ ܒܪܫܐ ܕܪܫܐ ܡܫܝܚܐ ܠܡܫܝܚܐ ܕܡܘܪܝܢ[5]. ܠܥܠܡ ܡܢܘܡܢ ܐܦܝܗ ܘܐܢܘܢ ܗܘܘ[6] ܕܣܡܟ ܘܐܒܝ ܡܢ ܒܪ ܣܝܡܐ[7] ܕܪܓܫܬܐ. ܘܠܥܠܡܝܢ] ܡܠܐ ܣܬܐ ܚܣܝܢܐ ܛܠܡܐ ܘܐܦܝܗ ܒܡܘܡܢܘܬܐ ܀

II. ܬܠܡܝܕܐ ܐܦ ܢܦܫܐ ܕܡܫܝܚܐ. ܠܗ ܕܢܘܡܐ ܢܦܫܐ ܠܒܫܐ. ܗܘ ܣܦܝܕܐ. ܒܝ ܦܠܚܢܐ ܕܒܟܠ ܒܬܪܗ. ܡܢ ܗܢܐ ܦܘܪܫܢ ܬܢܢ. ܘܐܢܗܘܐ ܦܘܩܕܐ ܠܣܘܒܪܗ ܡܐܢܝܐ ܕܡܫܝܚܐ. ܗܘ ܕܠܒܫ ܐܢܫܐ. ܒܢܦܫܗ ܐܢܫܐ[8] ܕܦܪܘܫ ܠܒܣܝܡܐ ܀

III. ܐܘ ܢܦܫܐ ܕܠܗ ܗܘܐ ܡܢܗ ܒܡܢܕܥܢ. ܡܦܪܘܫܢ ܡܢܗܘܢ ܠܢܒܝܐ. ܘܡܢܗܘܢ ܡܬܠܝܢ[9] [ܠܡܢܗܘܢ ܕܡܠܐ[10] ܒܣܘܪܝܐ. ܐܡܝܢ ܕܗܘ ܘܐܡܪܗ. ܒܪܐ ܕܐܬܒܥܐ[11] ܠܠܒܢ ܐܡܪܢ[12] ܒܪ ܡܒܪܐ. ܐܦ ܠܗ ܡܢ ܡܫܡܠܝܐ. ܡܫܡܫ ܒܝ ܕܠܗܝܢ[13] ܒܥܠܬܐ[14] ܕܡܫܝܚܐ ܕܠܗ ܀

IV. ܠܐܢܬܐ ܛܒܐ ܒܛܝܒܘܬܐ[15] ܒܪ ܡܢܒܥܝܢ. ܗܘ ܕܪܒܐ ܕܐܬܝܠܕ ܠܥܠܡܐ. ܕܒܫܡܝܐ ܡܫܬܠ ܗܘܐ ܐܘ ܐܡܐ ܕܢܦܠ. ܠܗܘܢ ܡܢܗܘܢ ܒܬܘܠܬܐ ܣܒܐ ܠܐܢܬܐ ܒܪ ܒܬܝܐ ܕܒܬܪܐ ܘܡܩܘܪܐ ܢܦܪܘܫ ܢܦܫܬܐ[16] ܀

V.

Siehe oben S. 515–517.

---

[1] add. ܗܘܢ [2] ܠܡܬܟܢܫ [3] ܡܬܕܒܪܐ [4] Fehler für ܠܥܡܠܐ
[5] ܕܡܘܪܝܢ [6] ܗܘ [7] ܒܪ ܣܝܡܐ anstatt ܡܢ ܒܪ ܣܝܡܐ [8] ܐܢܫܘܗܝ [9] add. ܒܗܢ
[10] ܕܡܠܐ [11] add. ܡܫܬܢܐ [12] ܕܡܠܢ [13] deest [14] ܒܪ ܒܥܠܬܐ [15] ܒܛܝܒܘܬܐ
[16] An Stelle der beiden letzten Wörter: ܘܡܢ ܗܘܝܐ ܕܡܫܝܚܐ. ܘܡܢ ܒܟܠ ܢܦܫܬܐ ܢܦܪܘܫ ܘܢܦܩܘܢ ܠܗ ܀

VI.

Petermann 28 Bl. 52ᵃ 1 bis 53ᵃ 20; vom Ergänzer Bl. 52ᵃ 12–20 und Bl. 52ᵇ 13–18. Vergl. S. 42 Bl. 45ᵃ. Zweite Melodie. Freitag Odė 8 und 9. Siehe Ode 8 in *Παρακλητική* S. 83 Col. 1: *Λαὸς ὁ ἀπειθὴς* und das. Col. 2 *Ἵνα τυπώσῃ πάλαι.*

[Syriac text]

I. [Syriac text][1] [Syriac text][2] [Syriac text] ⁘

II. [Syriac text][3] [Syriac text][4] [Syriac text][5] [Syriac text][6] [Syriac text][7] ⁘

III. [Syriac text][8] [Syriac text][9] [Syriac text][10] ⁘

IV. [Syriac text][11] [Syriac text][12] [Syriac text][12] ⁘

[Syriac text]

I. [Syriac text][13] [Syriac text][14] [Syriac text] ⁘

II. [Syriac text] ⁘

---

1 add. [Syriac text] 2 [Syriac text] 3 add. [Syriac text] 4 [Syriac text] 5 [Syriac text] 6 [Syriac text] 7 add. [Syriac text] 8 [Syriac text] 9–10 anstatt dessen [Syriac text] 11 [Syriac text] 12–12 anstatt dessen [Syriac text] 13 add. [Syriac text] 14 [Syriac text]

III. ܠܒܝܬܟ ܗܘ ܕܠܟܠܐ. ܒܥܘܬܐ ܗܘܘܠܟ ܘܡܒܥܐ. ܘܒܢܝ ܡܠܐܟܐ. ܡܒܪ̈ܟܝܢ ܥܡܘܪ̈ܐ ܒܣܘܥܝܐ ܠܟܐ. ܘܒܗܘܢ ܒܝܬܐ ܕܒܥܒ̈ܕܐ ܒܥܡܡܐ ܠܟ ܬܘܕܝܬܐ. ܘܒܗܘܢ ܗܘܐ ܕܡܫܡܫܝܢ ܐܠܗܘܬܐ ܥܢܝܢ ܒܒܗܩܘܬܐ. ܐܡܪܝܢ. ܘܒܒܠܟܠܐ ܕܡܘܕܝܬܐ ܠܟܐ. ܡܒܪܟܝܢ ܗܘܢܐܠܟ ܀

IV. ܢܫܡܐ ܡܢܬܐ. ܘܡܠܝܟܐ ܕܗܘ ܕܐܝܟ ܠܟܝܢ. ܡܘܕܝܢ ܘܡܫܒܚܝܢ ܠܟ. ܡܢ ܣܘܟܐ ܢܟܠܐ ܕܬܫܒܘܚܬܐ ܕܝܗܒ ܦܘܩܕܐ. ܡܘܕܝܢ ܘܐܠܗܘܬܐ ܕܡܪܐ ܕܟܠܐ. ܡܫܒܚܝܢ ܕܝܢ ܘܒܗܘܢ ܠܫܡܟ ܡܢ. ܘܡܫܡܫܝܢ ܠܢܘܗܪܟ ܠܟܠ. ܐܝܟ ܕܡܫܒܚܝܢ ܘܡܘܕܝܢ. ܠܟܘܢ ܕܡܒܪܟܝܢ ܡܫܒܚܐ ܀

V. ܒܡܒܟܝܐ ܕܢܘܗܪܐ. ܕܡܢ ܢܘܗܪܐ ܕܟܝܐ ܡܫܟܚ ܗܘܐ. ܒܝ ܐܪܙܐ ܘܚܝܠܐ. ܠܟ ܡܫܒܚܐ ܘܕܝܫܘܥܐ ܡܫܝ̄ ܕܕܒܢ ܐܐܠܐ. ܠܟܝ ܡܫܡܫ ܕܪܟܠܐ ܒܪܟܝܢ. ܒܟܠܘܬܐ ܡܫܒܚܐ ܒܟܢ ܗܘ ܠܡܫܝܚܐ ܒܝܘܡܐ ܦܪܘܩܘܬܐ ܐܡܝܢܐ. ܐܘ ܒܢܝ ܠܟܘܢ ܠܢܘܪܐ ܕܗܘܐ ܚܝܐ ܐܠܐ. ܕܡܒܟܐ ܡܢ ܗܘܝܐ ܀

VII.

PETERMANN 28 Bl. 77[b] 12 bis 79[a] 1; vom Ergänzer Bl. 78[a]. 78[b]. Vergl. S. 42 Bl. 62[b]. Dritte Melodie. Mittwoch Ode 7 und 8.

ܠܚ̄ ܓ̄ ——— ܐܝܟ

I. ܠܟ ܕܒܟܝܗ ܢܘܪܐ ܛܠܐ ܦܫܛܬ ܛܝܒܘܬܐ ܡܩܠܠܐ ܐܠܗܘܬܐ. ܡܟܠܐܢܐ ܕܟܠܐ ܕܟܠܡܐ[1] ܒܥܒܕܐ ܐܝܟ ܕܡܦܩ ܠܟ. ܡܠܐܟܐ ܐܠܗܐ ܡܫܒܚܝܢ. ܘܡܘܫܒܚܘܬܐ ܡܩܪܒܝܢ. ܡܫܒܚ ܐܢܬ ܡܪܝܐ ܚܝܠܬܢܐ. ܐܠܗܐ ܕܐܒܗ̈ܝܢ ܀

II. ܐܝܟ ܕܠܘܬ ܢܘܪܐ ܕܠܐ ܐܪܝܟ. ܠܒܝܬ ܓܘܫܡܐ ܕܠܒܫ ܕܟܝܐ ܦܘܠܚܢܐ. [ܫܡܐ ܕܡܢ ܓ̈ܒܠܐ ܡܬܐܠܕܝܢ ܕܢܘܦܢܘܗܝ ܩܢܝܐ. ܘܡܢ ܡܫܡܫܢܐ ܠܐܟ[2] ܕܒܥܠܕܐ ܕܠܐ ܢܦܩ ܡܬܦܛܪܝܢ. ܘܡܠܟܘܬ ܒܟ ܒܡܘܫܒܚܘܬܐ ܒܡܫܒܚܢܘܬܐ ܡܫܒܚܝܢ ܀

III. ܒܝܕ ܡܠܟܘܬܟ ܡܫܒܚܝܢ ܐܘ ܕܒܝܬܐ. ܠܘܬ ܠܘܬܟܐ ܕܐܒܗ̈ܬܐ ܡܩܪ̈ܒܐ[3]. ܘܗܘܢܟ ܠܗܘܢ ܒܟܠܐ ܕܝܘܡܐ ܗܘ ܐܠܗܘܬܐ ܘܐܦ ܠܟ ܠܘܬܟܐ[4] ܦܪܘܩܝܢ ܘܢܟܣܐ[5] ܕܢܬܪ̈ܝܢ. ܘܡܟܣܝܢ ܒܟܘܫܫܐ[6] ܕܢܝܚ ܘܫܘܒܚܐ ܕܦܪܘܩܝܐ[7] ܀

IV. ܐܘܕܝܢ ܠܟ ܢܘܗܪܐ ܕܦܪܘܩܝܐ[8]. ܕܛܠܝܘܬܢ ܐܘ ܕܒܝܬ ܒܟܠܐ. ܘܢܘܪܐ[9] ܡܢܢ. ܡܟܠܐ[10] ܘܡܢܗܘܪܐ ܕܠܒ̈ܘܢ ܒܥ̈ܠܝܐ. ܘܐܝܟܢ ܠܟ ܒܝܢ ܠܐܝܕܝܬܐ. ܘܒܝܕ̈ܥܬܐ ܦܠܐ[11] ܠܟܢ ܡܫܒܚܬܐ ܐܝܟ ܗܘ. ܕܛܠܝܘܬܗ ܠܐܠܗܐ ܒܝ ܡܟܣܝܢ ܀

---

[1] ܘܗܘܠܝܟ [2] deest [3] ܡܩܪ̈ܒܐ [4] ܡܢ ܠܘܬܟܐ [5] ܕܢܟܣܐ
[6] ܒܟܘܫܫܐ [7] ܕܦܪܘܩܝܐ [8] ܕܦܪܘܩܝܐ [9] ܘܢܘܪܐ [10] ܡܟܠܐ
[11] ܐܦܠܐ

[illegible]

I. [illegible]

II. [illegible]

III. [illegible] (79[a])

VIII.

Petermann 28 Bl. 79[a] 2 bis 80[a] 13: vom Ergänzer Bl. 79[a] 5–12 und 79[b] 5–12. Vergl. S. 42 Col. 63[b]. Dritte Melodie. Mittwoch Ode 9. Donnerstag Ode 1. Siehe Ode 1 in *Παρακλητική* S. 117 Col. 1: *Ἐκκλησίας τοὺς πύργους.*

[illegible]

I. [illegible]

II. [illegible]

III. [illegible]

IV. [illegible]

[illegible]

I. [illegible]

[illegible] für [illegible]

II. [illegible][1] [illegible][2] [illegible][3] [illegible][4] [illegible][5] [illegible]

III. [illegible]

IV. [illegible]

IX.

PETERMANN 28 Bl. 98ᵇ 11 bis 101ᵇ 13; vom Ergänzer Bl. 99ᵃ 1–6; 99ᵇ 1–9; 100ᵃ 1–9; 100ᵇ 1–12; 101ᵃ 5–13 (Facsimile II). Vergl. S. 42 Bl. 82ᵃ. Vierte Melodie. Montag Ode 8 und 9 erste Serie, Ode 1 und 3 zweite Serie. Siehe Ode 8 in *Παρακλητική* S. 146 Col. 1: *Λυτρωτὰ τοῦ παντὸς*; Ode 9 Vers 2 das. S. 147 Col. 1: *Οἱ νοῦν τὸν γεννήτορα*; Ode 1 das. S. 143 Col. 1: *Σωτήρ μου Ἰησοῦ* und Ode 3 Vers 2 das. S. 144 Col. 1: *Νυκτί με τοῦ βίου*.

[illegible]

I. [illegible][6] [illegible][7] [illegible][8] [illegible][9] [illegible]

II. [illegible][10] [illegible][11] [illegible] (99ᵃ)

III. [illegible][12] [illegible][13]

IV. [illegible][14] [illegible][15] [illegible]

---

[1] [illegible] [2] [illegible] [3] [illegible] [4] [illegible] [5] add. [illegible]
[6] [illegible] [7] [illegible] [8] [illegible] [9] [illegible] [10] [illegible] [11] [illegible]
[12] [illegible] [13] add. [illegible] [14] [illegible] [15] [illegible]

ܥܠ̄ ܛ ܕܡܘܙܠܐ ܢܘܢܐ

I. ܒܒܢܝ ܐܢܫܘܬܐ ܚܝܠܬܢܐ. ܙܪܥܐ ܠܐ ܡܬܦܠܓܐ. ܚܝܐ ܒܗ ܘܠܐܝܡܐ. ܐܘ ܒܐܘܬܐ ܕܒܗ ܒܟܠܐ. ܕܝܢܒ ܗܘ ܓܢܝ. ܓܒܐ ܘܐܬܝܕ ܠܐܠܗܐ ܒܡܫܡܫܢܘܬܗ. [ܘܒܟܠܗ ܠܒܢ ܡܛܠ ܐܠܗܐ ܒܠܝ ܡܘܬܒܝ ܀

II. (99a) ܗܘܐ ܒܥܘܡܩܐ ܕܡܕܡܘܢ. ܕܐܒܐ ܦܘܫ ܢܗܘܪܐ. ܘܕܒܪܐ ܘܪܘܚܐ ܕܡܘܕܝܐ. ܡܠܐܟܐ ܡܕܝܩܐ. ܡܢ ܡܥܡܘܢܗ[1] ܐܝܟܢ ܘܠܐ ܥܩܬܐ. ܐܬܕܒܪܘ ܐܦ[2] ܕܡܥܡܘܢܝ[3] ܠܒܢܝ. ܘܡܬܪܘ ܠܝ ܡܢ ܡܘܬܪܬܐ ܒܥܡܠܐ ܕܠܒܝ ܀

III. ܒܪ̈ܟܬܐ ܦܩܬܐ ܘܗܘܕܝܐ ܘܠܐ ܡܬܡܘܡܪ[4] ܡܡܠܟܝ ܡܬܚܫܒ ܙܒܢ ܡܠܐܟܐ. ܘܡܢܝܢ] ܦܘܫ ܡܘܕܝܐ. ܕܠܝ[5] ܡܥܡܘܛ ܡܢܚܐ ܕܝܢܐ. ܘܠܐ ܡܥܡܢܝ ܕܝܢܐ[6] ܠܐܚ̈ܐ. ܡܢ ܡܥܡܥܡܢ ܐܝܟ ܠܥܘܠܐ ܕܒܗܠܐ[7] ܡܘܬܒܝ ܘܡܥܡܢܝ ܀

IV. ܢܘܗܪܐ ܘܡܬܒܪܢܝܢܘܬܗ. ܘܗܘ ܡܠܐܟܐ ܡܢܥܡܐ. ܘܡܕܒܪܐ ܦܐܪܐ ܘܡܢܥܡܐ. ܡܬܥܡܢܐ ܠܒܢ ܢܒܝܢ. ܐܦ ܡܥܘܬܐ ܕܠܒܘܬܐ ܕܦܠܓܘܬܐ ܚܕܬܐ. [ܡܛܠ ܐܠܗܐ. ܡܢ ܡܥܡܠܝܢ ܒܡܘܥܢܘܬܐ (100a) ܦܓܪܐ ܢܘܚܢܝ ܀

ܥܠ̄ ܐ

I. ܢܥܡܢ ܦܪܘܩܐ ܕܠܟ ܐܝܟ ܕܢܫܡܥ ܟܠܗ ܗܘ ܐܬܚܙܝ. ܘܡܥܠܐ[8] ܕܠܦܢܐ ܡܠܟܐ. ܘܗܘ ܐܢܫܐ ܕܪܡܐ. ܘܐܘܪܚܐ ܠܡܥܒܕ ܡܢ ܐܬܐܝܢ. ܕܠܟ(?) ܕܢܦܫܗ ܘܐܦܠܐܬ ܒܥܡܠܐ ܕܢܦܫܐ ܘܠܐ ܡܢܝ. ܒܡܠܒܘܬܐ ܡܠܟܝܢ ܘܐܬܐܡܪ ܠܟܝ ܀

II. ܒܒܢܥܐ ܠܢܥܡܐ ܕܠܟ. ܡܬܒܘܠܐ ܠܚܘܪܐ ܠܚܝܘܬ ܘܡܫܦܩܢ] ܠܡܦܩ ܠܡܥܡܥܢ. ܠܢܡܐ ܠܡܬܒܢܝܘܬܐ ܗܘ ܕܢܦܪܐ[9] ܦܥܡܢܐ. ܒܗܠܐ ܕܬܫܒܘܚ ܠܚܘܪܐ ܕܠܗ. ܘܡܚܝܝܢܬܐ ܦܘܫܐ ܕܠܝ ܡܚܝ ܠܟ ܕܥܢܝܐ ܕܐܠܒܘܬܐ ܀

III. ܒܣܒܥܡܬܐ ܠܐܦܘܠܬܐ. ܘܡܥܡܟܠܐ [ܡܢ ܐܪܘܢܗ. ܗܘ ܓܢܝܐ ܕܡܥܘܕܪܐ (100b) ܒܬܒܠܐ. ܥܦܘ ܗܘܐ ܠܥܡܠܟܐ ܥܩܬܐ ܕܪܘܚܝ ܡܥܡܠܐ ܥܩܠܐ[10] ܕܡܥܡܟܐ. ܠܒܠܐܘܗ ܐܝܟ ܕܠܐ ܢܚܡܘܢ. ܒܗܘܢܐ ܡܥܡܪܐ ܡܥܡܘ ܘܡܫܡܥܘ[11] ܡܠܒܠܐ ܕܢܗܘܪܐ ܠܐܪܙܐ ܗܘܐ ܗܘܘ ܪܘܙܐ[12] ܕܠܒܘܗ ܀

IV. ܠܐܬܘܬܐ ܕܪܘܚ ܒܠܥܡܐ. ܡܢ ܥܡܠܗ ܐܘ ܡܕܝܩܐ. ܠܢܬܐ ܦܘܫ ܡܢ ܒܠܥܡܐ. ܐܬܥܡܠܗ ܘܪܘܐܬܗ. ܘܗܘ ܒܠܥܡܐ ܦܬܐ ܕܦܠܓܘܬܐ. ܠܗ ܕܡܬܦܠܓ ܐܢܐ ܒܠܥܡܐ ܕܒܠܥܡܐ. ܥܡܘܕ ܢܦܫ ܡܢ ܟܠܗ ܒ[ܥܡܢ] ܕܒܗܠܐ(?) ܥܡ̄ ܘܡܠܟܝܢ ܦܓܪܐ ܢܘܚܢܝ(?) ܀

V. ܠܡܥܡܢܐ ܕܢܗܘܪܐ. ܕܗܘܐ ܥܡܥܡܐ ܕܪܒܘܬܐ ܡܛܠ ܐܠܗܐ ܒܠܗ̄ܘܐ] ܐܝܟ ܢܥܡܢ ܕܐܬܥܡܠܬܗ. ܘܪܒܬܗ ܒܬܢܐ ܕܡܥܡܥܢܘܬܐ. ܠܐܪܙܝ ܦܠܓܠܗ ܒܬܒܪܐ ܦܓܪܐ. ܕܢܥܡܐ ܕܢܚܡܐ ܐܠܗܐ. ܕܒܡܘܥܢܘܬܐ ܘܢܚܡܐ ܠܒܢ ܡܥܡܢ (101a) ܐܝܟ ܀

---

[1] Versehen für ܡܥܡܒܢܝ [2] add. ܠܝ [3] ܡܥܡܒܢܝ [4] deest
[5] ܠܝ [6] add. ܐܦ [7] deest [8] ܘܐܝܟ [9] add. ܠܟ
[10] ܘܠܐ anstatt ܡܥܡܠܐ ܡܥܡܠܐ [11] ܘܪܥܡܘ [12] ܠܪܘܙܐ

[illegible] . . . .

I. [illegible] (101a 6) [illegible] [1] [illegible]

II. [illegible] . . . [2] [illegible]

III. [illegible] (?) [illegible] [3] [illegible] . . . . . [4] [illegible]

IV. [illegible] (101b) [illegible] [5] [illegible]

V. [illegible]

VI. [illegible]

X.

PETERMANN 28 Bl. 216b 1 bis 217b 13; vom Ergänzer Bl. 217a 1–11. In S. 42 nicht vorhanden. Siebente Melodie. Donnerstag Ode 3 und 4. Siehe Ode 3 in *Παρακλητική* S. 287 Col. 2: *Ὡς οὐρανοὶ* und Ode 4 das. S. 288 Col. 1: *Ὁ τοῦ πατρὸς σύνθρονος.*

[illegible] ————

I. [illegible]

II. [illegible] [6]

III. [illegible] . . . . [illegible] (217a)

---

[1] [illegible] [2] [illegible] [3] [illegible]

[4] [illegible] [5] [illegible] [6] Vers I und II sind auf der folgenden Seite wiederholt. Der folgende Vers III ist nur fragmentarisch erhalten.

[ܠܦ̄ ܕ]

I. ܗܘ ܕܡܛܠ ܐܢܫܘܬܢ ܒܪܐ ܕܐܒܐ ܠܝ ... ܐܬܐ ܒܒܣܪ: ܐܠܗܐ ܐܝܟ ܒܪܢܫܐ. ܘܠܒܫ ܓܒܠ ܠܗ ܠܡܫܝܚܐ ܩܢܘܡܐ ܘܠܒܠܒܘܢ ܒܩܢܘܡܐ ܕܐܦܠ. ܠܡܫܬܘܝܘ ܥܡ̄ ܕܚܠܐ ܕܐܠܗܘܬܗ ܀

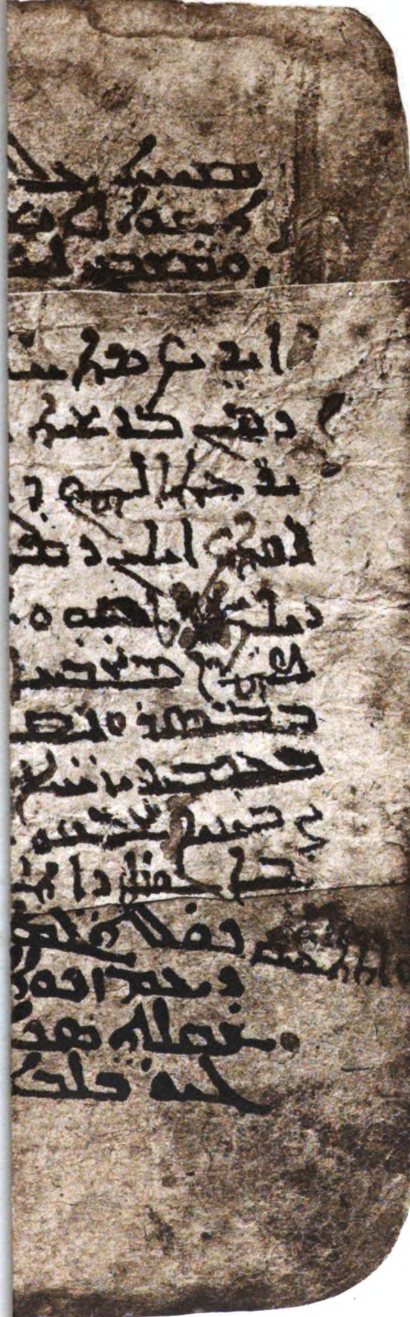
II. ܠܝܬܘܗܝ ܚܝܐ ܘ ... ܠܢܦܫܬܐ ܡܠܝܐ ܩܢܘܡܐ ܠܗ ܢܘܗܪܐ (?) ܒܚܝܐ ܠܒܝܫܬ. ܗܘ ... ܐܢܐ ܒܥܘܡܩܐ ܕܚܛܝܬܐ. ܐܝܟ ܘܐܠܗܘ ܒܒܥܘܬܗܘܢ. ܠܡܫܝܚܐ ܡܪܢ ܐܫܬܒܩ ܕܐܝܬܐ ܥܢܝܢܐ ܀ (217[b])

III. ܡܢ ܒܥܠܠ ܢܘܗܪܐ. ܢܗܘܘ ܘܦܬܘܚܘ ܠܢ. ܘܡܢ ܒܥܠܠ ܒܡܠܐ ܘܡܫܝܚܘܬ ܕܚܝܐ ܒܚܝܐ. ܘܡܢ ܦܘܡܐ ܠܐܢܫܐ ܕܒܥܠܠ ܢܦܫܬܐ. ܡܠܝܐ ܡܡܠܠܐ ܘܥܢܝܢܐ. ܘܡܢ ܗܘ ܠܥܠܡܐ ܘܫܘܒܚܐ ܕܐܠܗܐ ܀

IV. ܐܝܟ ܗܝ ܕܐܬܓܠܝܬ. ܕܢܗܘܐ ܠܗ ܐܒܐ. ܒܝܕ ܫܘܦܪܐ ܕܡܫܝܚܘܬܗ ܠܒܪܗ ܕܐܠܗܐ. ܒܗ ܘܐܦܫܗ ܒܗܢ ܡܠܝܐ ܡܬܥܐ ܘܒܗܢ ܓܒܪܐ ܕܡܬܒܪܐ ܒܚܝܠܐ. ܚܠܦ ܥܘܒܕܐ ܕܫܒܩ. ܘܫܪܝܐ ܕܠܝ. ܘܒܠܘܬܝ ܦ̈ܓܠܘܢ ܀

Ausgegeben am 8. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



515.

Seite
. 482
. 502

22.50

2.50
3.50
0.80

6.—
3.—

3.—
1.—
1.—
1.—

1.50
2.—
2.50
3.—

11.—
5.50

12.—

8.—

en



5.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN« zu St. XXVI und XXVII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1898 . . . . *M.* 22.50

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . *M.* 14.50

» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 3.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . *M.* 2.50

ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50

KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS . . . . » 0.80

HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. TH. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) . . . . » 6.—

WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—

VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—

DÜMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH . . . . » 1.—

ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND . . . . » 1.—

DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH . . . . » 1.—

KOPSCH: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . *M.* 1.50

FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—

KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . » 2.50

BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . » 3.—

RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—

SCHUMANN: Die Verbreitung der *Cactaceae* im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . » 5.50

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 . . . . *M.* 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . *M.* 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

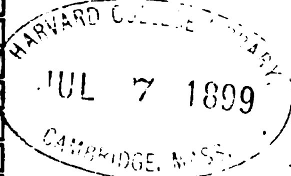
Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung . . . M. 1.—
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen . . . - 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung . . . - 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen - 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente . - 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen . . . - 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien . . . - 1.—
Weber: vedische Beiträge. VII. . . . - 1.—
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm - 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX. . . . - 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter . . . - 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei . . . - 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos . . . - 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte . . . - 1.—
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären . . . - 1.—
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken - 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine . . . - 0.50
Vogel: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius . - 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen . . . - 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums . . . - 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen . . . - 1.—
Ziebarth: neue attische Grenzsteine . . . - 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament . . . - 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus* . . . - 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X. . . . - 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI. . . . - 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos . . . - 1.—
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben . . . - 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert . . . - 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction . . . M. 0.50
Virchow: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung . . . - 0.50
Salomon: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard . . . - 0.50
Leiss: Index- und Strahlenflächen . . . - 0.50
Schwendener: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria* . . . - 0.50
Schwendener: über den Öffnungsmechanismus der Antheren . . . - 0.50
Rosenbusch: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen . . . - 0.50
Belck und Lehmann: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien . . . - 0.50
Lipschitz: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken . . . - 0.50
Hamburger: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung - 0.50
Harnack: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese . . . - 1.—
Fuchs: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen . . . - 0.50
Schulze: zur Histologie der Hexactinelliden . . . - 0.50
Ludwig: Jugendformen von Ophiuren . . . - 1.—
Lüdeling: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen . . . - 0.50
Thilenius: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der *Hatteria punctata* . - 0.50
Waldeyer: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre . . . - 0.50
Vahlen: Bemerkungen zum Ennius . . . - 0.50
Kekule von Stradonitz: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen . - 0.50
von Bezold: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre . . . - 0.50
Joh. Schmidt: die elischen Verba auf -ειω und der urgriechische Declinationsablaut der Nomina auf -ευς - 0.50
Harnack: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28 . . . - 0.50
Frobenius: über die Composition der Charaktere einer Gruppe . . . - 0.50
Klein: optische Studien I. . . . - 1.—
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. . . . - 0.50
Lohmann: Auftrieb von Messina . . . - 1.—
Paschen: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen - 0.50
Wilsing: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne . . . - 0.50
Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) . . . - 2.—
Frobenius: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. . . . - 1.—
Sachau: Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene . . . - 1.—

SITZUNGSBERICHTE



DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXVIII.

8. Juni 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. **Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE 1899.

DER XXVIII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

8. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Schrader legte den ersten Theil einer Abhandlung über die hemerologische Tafel II. Rawl. 32. 33 vor.

Die Bezeichnungen des je siebenten Monatstages als *U D. Š I*, *Ú D. Ḫ U L. I K* (*GAL*) »günstiger Tag, verderblicher Tag« werden erörtert.

2. Hr. Conze überreichte den Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich Deutschen archäologischen Instituts.

3. Hr. Planck überreichte den vierten Band der Mécanique chimique von Prof. P. Duhem in Bordeaux.

4. Der Vorsitzende legte vor: Leopold Kronecker's Werke. Herausgegeben auf Veranlassung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften von K. Hensel. Band 3. Halbband 1. Leipzig 1899. 4° und F. K. Ginzel, Specieller Kanon der Sonnen- und Mondfinsternisse für das Ländergebiet der klassischen Alterthumswissenschaften und den Zeitraum von 900 v. Chr. bis 600 n. Chr. Bearbeitet auf Kosten und herausgegeben mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, mit 3 Karten im Texte und 15 colorirten Karten. Berlin 1899. 4°.

5. Die physikalisch-mathematische Classe hat dem Arzt Dr. Alfred Denker in Hagen i. W. zur Herausgabe eines Werkes über die Anatomie des Gehörorgans der Säugethiere 800 Mark bewilligt.

6. Die philosophisch-historische Classe hat bewilligt: Hrn. Mommsen zur Fortführung der Vorarbeiten zur Herausgabe des Codex Theodosianus 2400 Mark; Hrn. Prof. Dr. Konrad Burdach in Halle a. S. zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über Ursprung und Ausbildung

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

der neuhochdeutschen Schriftsprache und des deutschen Humanismus 2000 **Mark**; Hrn. Prof. Dr. Nicolaus Müller in Berlin zur Herausgabe der altjüdischen Inschriften Italiens 1500 Mark.

Seine Majestät der Kaiser und König haben durch Allerhöchsten Erlass vom 22. Mai die Wahl des correspondirenden Mitgliedes der Akademie Sir George Gabriel Stokes, Professors an der Universität Cambridge in England, zum auswärtigen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe zu bestätigen geruht.

Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich Deutschen archäologischen Instituts.

Von Alexander Conze.

Die jährliche ordentliche Gesammtsitzung der Centraldirection fand für das abgelaufene Rechnungsjahr, über welches hier berichtet werden soll, an den Tagen vom 18. bis 21. April 1898 statt, unter Theilnahme der HH. Conze, Diels, Hirschfeld, Kekule von Stradonitz, Körte, Graf von Lerchenfeld-Köfering, Loeschcke, Michaelis, Schöne, Zangemeister, während Hr. Kirchhoff aus Gesundheitsrücksichten fern bleiben musste.

Eine Veränderung im Personal der Centraldirection trat nur insofern ein, als Hr. Kekule von Stradonitz, nachdem er in die Königlich preussische Akademie der Wissenschaften aufgenommen worden war, nunmehr, gemäss § 2, 5 des Statuts, von der philosophisch-historischen Classe der Akademie als akademisches Mitglied an Stelle des ausgeschiedenen Hrn. Kiepert gewählt wurde.

Die Zahl der Mitglieder des Instituts wurde durch Wahl der Centraldirection in der Gesammtsitzung und zum Winckelmanns-Tage vermehrt. Es wurden ernannt zum Ehrenmitgliede Hr. Graf von Lerchenfeld-Köfering in Berlin, zu ordentlichen Mitgliedern die HH. Arnold in München, Borchardt in Kairo, Collignon und Haussoullier in Paris, Heiberg in Kopenhagen, Pleyte in Leiden, Pottier in Paris, Schumacher in Karlsruhe, Vitelli in Florenz, zu correspondirenden Mitgliedern die HH. von Bissing und Botti in Kairo, Dragendorff in Basel, Lechat in Lyon, Martens in Elberfeld, Pick in Gotha, Pollak in Rom, Ritterling in Wiesbaden, Rizzo in Girgenti, Rostowzew in Petersburg, Urlichs in München, Weizsäcker in Calw, Wernicke in Berlin, Wiegand in Smyrna.

Das Auswärtige Amt bestätigte die Wahlen der Centraldirection für die Institutsstipendien des Jahres October 1898/99. Es erhielten somit je ein Stipendium für classische Archäologie die HH. Krohn, Lommatzsch und Zahn, je ein Halbjahrstipendium die HH. Knaack und Maybaum, das Stipendium für christliche Archäologie Hr. Vopel.

Durch den Tod verlor das Institut sein Ehrenmitglied Hrn. Humbert in Berlin († 12. Juli 1898), dessen in langjähriger Amtsführung dem

Institute stets gewährter Sorge wir dauernd dankbar gedenken, seine ordentlichen Mitglieder, die HH. Richard Bohn in Görlitz († 19. August 1898), Georg Ebers in München († 7. August 1898), Michael Glavinić in Zara († 22. August 1898), Johann August Kaupert in Berlin († 11. Februar 1899), Michele Stefano de Rossi in Rom († 23. October 1898), Athanasios Rusopulos in Athen († 13. December 1898), Demetrios Semitelos in Athen († 26. December 1898), Enrico Stevenson in Rom († 15. August 1898), und die correspondirenden Mitglieder HH. Flavio Jacobini in Genzano († 11. Januar 1899) und August Rossbach in Breslau († 23. Juli 1898).

Dem Generalsecretar stand fortgesetzt auch in diesem Jahre bei der Herausgabe der Berliner Institutsschriften Hr. Wernicke zur Seite. Vom »Jahrbuch« mit dem Anzeiger erschien der 13. Jahrgang. Für die archäologische Bibliographie im »Anzeiger« haben wir wiederum höchst dankenswerthe Beiträge auch von ausländischen Freunden des Unternehmens erhalten. Durch die Hinzufügung eines Autorenregisters zur Bibliographie hoffen wir etwas Nützliches gethan zu haben. Das Register zu Bd. I bis X des Jahrbuchs und Anzeigers hat dagegen leider noch nicht fertig gestellt werden können.

Es erschien ferner das dritte Heft des zweiten Bandes der »Antiken Denkmäler«.

Mit der Schlusslieferung der »Architektonischen Studien« von Sergius Iwanoff, den Caracalla-Thermen, herausgegeben von Christian Hülsen, wurde der Abschluss zwanzigjähriger Arbeit erreicht, durch welche eine erste im Testamente Iwanoff's gestellte Aufgabe erledigt ist, so dass nunmehr der Zinsertrag des vermachten Capitals, im jedesmal zweijährigen Betrage zur Hälfte getheilt, zum ersten Male am 1. Januar 1901 der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Petersburg und dem Institute zur Verfügung stehen wird, vom Institute zu Ausgrabungen zu verwenden.

Der Generalsecretar hat mit Genehmigung der Centraldirection im vorigen Herbst auf Antrag der von der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften und Sr. Excellenz dem Chef des grossen Generalstabes ermöglichten kartographischen Arbeit des Hrn. Hauptmann Berlet seinen mehrmonatlichen Aufenthalt in Pergamon genommen, über dessen gemeinsam mit Hrn. Schuchhardt gewonnene Ergebnisse in den »Athenischen Mittheilungen« des Instituts alsbald Nachricht gegeben werden soll. Die Rückreise wurde zu einem Besuche in Athen und Rom benutzt. Ausserdem war der Generalsecretar zu Rücksprachen in Bonn und Trier.

Die älteste der sogenannten Serien-Publicationen des Instituts, die der »Antiken Sarkophage«, hat unter Leitung und in der Hand

des Hrn. Robert auch im vergangenen Jahre ihren stetigen Fortschritt genommen. Dem Erscheinen näher geführt ist vor Allem die zweite Abtheilung des dritten Bandes, Einzelmythen von Hippolytos bis Meleagros umfassend. Zwei Sarkophage mit Hippolytos-Darstellungen in Constantinopel sind von Hrn. Gilliéron neu gezeichnet, darauf hat die Reproduction der Tafeln begonnen und deren sechzehn sind fertiggestellt worden. Für die übrigen Tafeln des Heftes werden einige wenige noch fehlende Vorlagen binnen Kurzem beschafft sein, so dass die Herstellung aller Tafeln im laufenden Rechnungsjahre sicher zu erwarten ist.

Hr. Robert besuchte im Herbste England, um die von Sir Richard Topham herstammende Sammlung von Handzeichnungen in Eton-College namentlich für das Sarkophagwerk zu benutzen, auf welche Lanciani aufmerksam gemacht hatte. Die Sammlung erschien noch bedeutender, als danach zu erwarten gewesen war. Hr. Robert gedenkt über sie in den Römischen Mittheilungen des Instituts zu berichten. Ausser Eton-College besuchte Hr. Robert in England noch Ince-Blundell-Hall und Woburn-Abbey behufs Revision der dortigen Sarkophage, während nicht Zeit blieb, noch eine Sammlung von Sarkophagen in Clivedon bei Maidenhead aufzusuchen, deren nähere Kenntniss aber Hr. Cecil Smith vermittelt hat. Auf der Rückreise von England wurde noch ein neu erworbener griechischer Sarkophag in Gotha untersucht.

Die Arbeit bei der Sammlung und Herausgabe der »Antiken Terracotten« ist unter Hrn. Kekule von Stradonitz' Leitung auch im verflossenen Jahre auf den Typenkatalog und die sogenannten Campana-Reliefs gerichtet geblieben, an beiden Stellen dem Abschlusse näher führend, namentlich bei dem Typenkataloge, welchen Hr. Winter in diesem Jahre zum Erscheinen bringen wird. 22 Druckbogen, damit etwa zwei Fünftel des ganzen Werkes, liegen fertig vor. Der weitere Druck ist in vollem Gange, unter beständigem Zuströmen noch neuen Materials, so dass 233 Zeichnungen im vergangenen Jahre wieder neu hinzukamen.

Für die Campana-Reliefs hat sich mit dem Herausgeber Hrn. von Rohden Hr. Winnefeld zur Schlussredaction vereinigt, welche mit der Gestaltung des Textes zu 18 Tafeln und der zum Theil umfänglichen Behandlung von neun Typengruppen zum Ende gediehen ist. Es ist zu erwarten, dass wenigstens der weitaus grösste Theil des Textes und der Tafelanordnung im laufenden Rechnungsjahre ebenso seine endgültige Gestalt erhalten wird.

Hr. G. Körte hat den Band III der von ihm herausgegebenen »Etruskischen Urnen« dem Erscheinen näher gebracht, indem die bereits im Vorjahre im Stiche vollendeten Tafeln zum grossen Theil ihrer

Reihenfolge nach bestimmt worden sind und ihr Druck begonnen hat, während ein Abschluss des Textes noch nicht erreicht ist. Sodann hat Hr. Körte den beabsichtigten Supplementband zu den Gerhard'schen »Etruskischen Spiegeln«, soweit andere Obliegenheiten es ihm gestatteten, gefördert.

Auch die Arbeiten zur Herausgabe der »Chalkidischen Vasen«, des »Aldrovandi« und der »Römischen Militärreliefs« haben im vergangenen Jahre gegen anderweitige dringendere Inanspruchnahme der Herausgeber einigermaassen zurückstehen müssen. Bei Hrn. Loeschcke, den zur Fortführung der Materialsammlung der Chalkidischen Vasen die HH. Karo und Hermann Thiersch unterstützten, waren noch die bei der Reichs-Limes-Commission ihm erwachsenen Verpflichtungen im Wege; Hr. Schreiber, der zur Herausgabe des Aldrovandi seine Notizen aus römischen Amtsarchiven und die Stecherwerke verarbeitete, wurde zeitweilig zu einer Ausgrabungsuntersuchung nach Alexandrien abgerufen; Hr. von Domaszewski hat nach Beendung seiner ihn weitabführenden Reise nach Arabien die Reliefs in den Rheinlanden vollständig zusammengebracht.

Das Institut hat im vergangenen Jahre einem neuen, den sogenannten Serien-Publicationen, wenn auch in etwas anderer Form der Ausführung, doch wesentlich gleichartigen Unternehmen eine einmalige Unterstützung gewähren können, nämlich der Sammlung von photographischen Aufnahmen »Antiker Elfenbeinarbeiten«, welche Hr. Graeven zum Zwecke einer umfassenden Arbeit über die Elfenbeinsculptur im Alterthume unternommen hat. Die Unterstützung des Instituts galt der Aufnahme des Materials in Italien, welche aber noch nicht ganz vollendet werden konnte. Von den gewonnenen Negativen, bis jetzt gegen 100, werden vom römischen Secretariate Copien käuflich abgegeben werden; das Verzeichniss wird im Anzeiger des Jahrbuchs erscheinen.

Die Herstellung der »Generalkarte von Attika« im Maassstabe von 1 : 100000 hat durch Fortdauer der Erkrankung und dann durch den auch beim Institut schmerzlich empfundenen Tod des Hrn. Kaupert eine schwere Störung erlitten. Doch ist der Stich so weit vorgeschritten, dass unter dankenswerthestem Eintreten des Sohnes des Verstorbenen, des Hrn. Hauptmann Kaupert, die Vollendung des Ganzen in nahe Aussicht genommen werden darf.

Die Herausgabe der im Auftrage der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien erscheinenden »Attischen Grabreliefs« ist vom Institute unter besonderer Betheiligung des athenischen Secretariats und namentlich des Hrn. Wolters so weit gefördert, dass das 10. Heft erschienen ist, das 11. Heft, von dem acht Tafeln gedruckt sind, in

Vorbereitung sich befindet. Hrn. FRITZ SCHÖLL danken wir es, dass er auch auf die Grabreliefs bezügliche Tagebücher seines verewigten Vaters uns zur Benutzung übergeben hat.

Für die Herausgabe der »Südrussisch-griechischen Grabreliefs« hat Hr. VON KIESERITZKY den grösseren Theil des von ihm im Jahre 1889 in Südrussland selbst zusammengebrachten Materials aufgearbeitet. Für die Fortführung der Arbeit sind wir der Kaiserlich russischen archäologischen Commission zu Danke verbunden, indem sie die bei ihr befindlichen über 100 Negative von den seit 1890 gefundenen Reliefs zur Benutzung dargeboten hat.

Der achte Band der »Ephemeris epigraphica« ist durch die Ausgabe des dritten Heftes zum Abschlusse gebracht. Das Heft enthält sehr umfangreiche Nachträge des Hrn. HÜBNER zu den lateinischen Inschriften Spaniens und die von Hrn. REGLING angefertigten Indices zu dem ganzen Bande.

Die Thätigkeit der römischen Abtheilung des Instituts hat in gewohnter Weise ihren Fortgang genommen. Von den »Mittheilungen« ist der 13. Band, auch unter reichlicher Mitarbeit italienischer Fachgenossen, abgeschlossen. Die Sitzungen haben mit gutem, zum Theil zahlreichem Besuche, bei dem das deutsche Element in Zunahme begriffen erschien, stattgefunden. An die Curse der beiden Herren Secretare schlossen sich auch Ausflüge nach Cervetri, Conca, Corneto und Veji. Auch die Periegese des Hrn. MAU in Pompeji hat acht Tage lang im Juli stattgefunden. Ebenso haben im Herbste wiederum die Herren Secretare und Hr. MAU dem mehrwöchentlichen Cursus der Anschauung antiker Kunst in Italien für Gymnasiallehrer aus dem Reiche sich gewidmet. Unter den Theilnehmern waren vertreten Preussen mit sechs, Bayern mit zwei, Sachsen mit zwei, Württemberg mit zwei Herren und mit je einem Herren Baden, Hessen, Mecklenburg-Schwerin, Sachsen-Coburg-Gotha, Reuss j. L., Lübeck und Elsass-Lothringen.

Bei dem »Katalog der Vaticanischen Sculpturen« sind die Arbeiten des Hrn. AMELUNG auf die weitere Aufnahme der Sculpturen des Museo Pio-Clementino, daneben auch schon auf Vollendung zunächst des Museo Chiaramonti und des Braccio Nuovo gerichtet gewesen.

Die römische Bibliothek hat durch Hinzutreten einer ausserordentlichen Bewilligung im Etat und eines Zuschusses der Centraldirection sich in Ausgleichung früherer minder günstiger Jahre ansehnlich, im Ganzen mit 925 Nummern, vermehren können. Hierzu haben auch die von den deutschen Universitäten der römischen, wie auch der athenischen Bibliothek laufend gewährten Programme und Disserta-

tionen beigetragen. Unter anderen Geschenkgebern sind mit besonderem Danke zu nennen die Centraldirection der Monumenta Germaniae, die Reichs-Limes-Commission, die Generalverwaltung der Königlichen Museen und die Generaldirection der Königlichen Bibliothek zu Berlin, die Akademien und Gesellschaften der Wissenschaften zu Berlin, Leipzig, Neapel, Petersburg, Rom und Wien, die Trustees des Britischen Museums, die Universität Jena und die archäologische Gesellschaft zu Berlin.

Von dem Realkataloge der römischen Bibliothek von Hrn. Mau sind 20 Bogen gedruckt.

Auch die athenische Abtheilung des Instituts hat ihre Thätigkeit jetzt ohne Störung, wie im vorvergangenen Jahre die politischen Verhältnisse sie hier und da mit sich brachten, verfolgen können.

Der 23. Band der Athenischen Mittheilungen ist besonderer Hindernisse halber erst jüngst vollendet worden.

Die Sitzungen haben eine Woche um die andere, abwechselnd mit den Sitzungen der französischen Schule, stattgefunden, immer unter zahlreicher Betheiligung, für die zuweilen der zur Verfügung stehende Raum kaum ausreichte. Neben Vorträgen in deutscher wurden mehrfach auch Vorträge in griechischer Sprache gehalten. Zur Veranschaulichung wurde bei den Vorträgen regelmässig vom Skioptikon Gebrauch gemacht. Die Zahl der zu diesem Zwecke angefertigten Diapositive beläuft sich schon auf nahezu 600. Wie die Sitzungen waren auch die Vorträge der Herren Secretare vor den Denkmälern gut besucht. Im Frühjahre fanden die Studienreisen unter Leitung des ersten Herrn Secretars wieder statt. Die Peloponnesreise wurde bis Ithaka und Delphi hin ausgedehnt, auf die Inselreise folgte, allerdings nicht im unmittelbaren Anschlusse an sie, zum ersten Male noch ein mehrtägiger Besuch von Troja, der so viel Beifall fand, dass er auch in künftigen Jahren wiederholt werden soll. Bei der grossen Zahl von Anmeldungen zu diesen Reisen wurden die von deutschen Archäologen und Gymnasiallehrern mit Bevorzugung berücksichtigt.

Beide Herren Secretare unternahmen auch allein Studienreisen. Zweimal ging der erste Herr Secretar auf Einladung des Directors der Amerikanischen archäologischen Schule nach Korinth, um die dortigen Ausgrabungen in Augenschein zu nehmen. Sodann besuchte er die Insel Paros, wo eine Ausgrabung des Instituts durch Hrn. Rubensohn ihren nächsten Zweck, noch Bruchstücke der Marmorchronik zu finden, zwar nicht erreichte, dafür aber andere Ergebnisse lieferte, welche sogar die Fortsetzung der Ausgrabung in Absicht haben nehmen lassen. Ferner reiste Hr. Dörpfeld zur Consultation bei den Ausgrabungen der

HH. Sieglin und Schreiber nach Alexandrien und machte endlich mit Hrn. Fr. Thiersch einen Ausflug nach Thermon zur Besichtigung der unter Leitung des Hrn. Sotiriadis dort ausgegrabenen Tempel. Der zweite Herr Secretar reiste nach Kleinasien, namentlich um die österreichischen Ausgrabungen in Ephesos und die preussischen in Priene zu sehen, aber auch nach anderen Plätzen der Halbinsel. Das Secretariat nahm an der Lösung der dort harrenden und verstärkte Betheiligung auch des Instituts immer dringender fordernden Aufgaben ausserdem durch Unterstützung der Studien des Hrn. Weber in Smyrna Theil. Beide Herren Secretare haben sodann auf Wunsch des Hrn. Hiller von Gärtringen dessen Ausgrabungen auf Thera noch einmal in Gemeinschaft mit Hrn. A. Schiff besucht, um durch Revision und Vermehrung der vorhandenen architektonischen und sonstigen Aufnahmen das Material zu der inzwischen erschienenen Veröffentlichung über Thera vorzubereiten. Hr. von Prott ist für die epigraphische Arbeit bei den preussischen Ausgrabungen in Priene thätig gewesen, Hrn. Herzog gewährte das Secretariat Mittel zu Untersuchungen auf der Insel Kos, und auf Veranlassung des Secretariats begab sich Hr. Rubensohn von Athen ab nach Aegypten zu den preussischen Ausgrabungen in Abusir, um auf Ersuchen an der Beaufsichtigung der dortigen Arbeiten Theil zu nehmen.

Von den beiden schon Jahre hindurch das Secretariat beschäftigenden Hauptunternehmungen des Instituts auf stadtathenischem Boden hat die eine, soweit sie von uns aus mit den Mitteln, welche deutsche Gönner gewährten, geführt werden konnte und sollte, ihren Abschluss erreicht, die Ausgrabung im Westen der Akropolis, durch welche Hr. Dörpfeld die Lösung der Frage nach der Lage des Stadtbrunnens der Enneakrunos und dann des Stadtmarktes in die Hand nahm. Zu der letzten Vollendung des von Hrn. Dörpfeld Unternommenen, auch zu den Aufnahmen, welche am vollständigsten und eingehendsten in den Antiken Denkmälern des Instituts veröffentlicht werden sollen, hat noch ein Mal einer der Gönner, welche diese ganzen Arbeiten ermöglichten, die Mittel dargeboten, Hr. Banquier Lehmann in Halle, dem deshalb auch an dieser Stelle noch ein Mal auf das Wärmste zu danken ist.

Die zweite, seit Jahren in Athen selbst betriebene Hauptunternehmung des Instituts, die Bearbeitung der auf der Akropolis gefundenen Vasenscherben, ist in Athen selbst namentlich durch Hrn. Zahn gefördert worden, welcher auch eine Reise nach Deutschland zu vergleichenden Studien in hiesigen Vasensammlungen benutzte. Den beiden Bearbeitern, Hrn. Gräf in Berlin und Hrn. Hartwig in Rom, konnten dem einen etwa die Hälfte der, soweit es in Athen zu geschehen hatte, fertiggestellten Scheden überliefert werden, Hrn. Hartwig alle.

Eine kleinere, aber ebenfalls schon seit einigen Jahren das athenische Secretariat beschäftigende Aufgabe, die Herausgabe der Funde am thebanischen Kabirenheiligthume, hat neuen Aufenthalt namentlich dadurch erfahren, dass eine Neuordnung und durchgehende Revision der Inschriften sich Hrn. Wolters als erforderlich zeigte, die erst im laufenden Jahre wird zu Ende geführt werden können.

Für die athenische Institutsbibliothek war im verflossenen Jahre das wichtigste Ereigniss die endgültige Aufnahme der von Achilleus Postolakas vermachten Büchersammlung. Zur Bewältigung der erheblichen Arbeit, welche dabei gefordert wurde, hat dem zweiten Herrn Secretar Hr. von Prott wirksam zur Seite gestanden. Wie zu erwarten war, entstanden durch das Hinzutreten des Postolakas'schen Bücherschatzes zahlreiche Doubletten in der Bibliothek. Die Pietät forderte, dass in solchem Falle möglichst die Postolakas'schen Exemplare behalten, die bereits vorhandenen ausgesondert wurden. Was der Art überflüssig wurde, ist, soweit es dort fehlte, an unsere römische Bibliothek, Einiges an die Landesbibliothek in Strassburg abgegeben, Weniges auch an das Griechische Münzkabinet in Athen, die Hauptmasse aber ist leihweise der jetzt nach Konstantinopel verlegten preussischen Museumsstation in Smyrna überlassen, um dort auch reisenden Forschern zugänglich gehalten zu werden. Die von Postolakas herstammenden, der Institutsbibliothek in Athen verbliebenen Werke, rund 2500 Stück, sind jedes mit einem besondern Bücherzeichen zum ehrenden Andenken des Erblassers versehen worden.

Schenkungen erhielt die athenische Bibliothek von mehreren der schon als Geber für die römische Bibliothek genannten Anstalten, ausserdem namentlich vom französischen Unterrichtsministerium, der Akademie der Wissenschaften in Stockholm, der Bibliothek in Upsala, der englischen archäologischen Schule in Athen, der russischen gleichen Anstalt in Konstantinopel, dem Ottomanischen Museum, der Griechischen archäologischen Gesellschaft, von Hrn. Jacobsen in Kopenhagen, der auch die römische Bibliothek mit einem Exemplare seines Museumswerkes bedachte, und anderen Freunden und Gönnern.

Auch unsere Sammlung von Photographien in Athen hat einen ganz erheblichen Zuwachs an Negativen, Positiven und Diapositiven gewonnen. Dazu gehören sämmtliche Negative der Schliemann'schen Ausgrabungen in Mykenai, welche Frau Schliemann dem Institute geschenkt hat. Von besonderm Werthe sind darunter die während der Ausgrabung der Schachtgräber gemachten Aufnahmen.

Mit dem Neudrucke der vergriffenen Bände der »Athenischen Mittheilungen« ist fortgefahren, so dass das Institut bereits in den Stand gesetzt ist, Bestellungen auf die ganz vollständige Reihe anzunehmen.

Kurz vor Schluss des Rechnungsjahres hat sich die hocherfreuliche Aussicht eröffnet, das bisher miethweise benutzte athenische Institutshaus käuflich zu erwerben und durch Anbau eines dem steigenden Sitzungsbesuche genügenden Saales zugleich der Raumnoth der Bibliothek abzuhelfen.

Es erübrigt auch für das letzte Jahr dem Verwaltungsrathe der Dampfschiffahrts-Gesellschaft des Österreichischen Lloyd den wiederholten und damit nur um so wärmeren Dank abzustatten für die Unterstützung, welche er dem Institute durch Erleichterung der Reisen unserer Beamten und Stipendiaten hat zu Theil werden lassen.

Ausgegeben am 15. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXVIII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1898 . . . . *M.* 22.50

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . *M.* 14.50

» Philosophisch-historische Abhandlungen . . . . » 3.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen . . . . *M.* 2.50
ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur . . . . » 3.50
KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS . . . . » 0.80
HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. TH. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) . . . . » 6.—
WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland . . . . » 3.—
VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare . . . . » 3.—
DÜMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH . . . . » 1.—
ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND . . . . » 1.—
DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH . . . . » 1.—

KOPSCH: Das Rückenmark von *Elephas indicus* . . . . *M.* 1.50
FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina . . . . » 2.—
KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe . . . . » 2.50
BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo . . . . » 3.—
RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen . . . . » 11.—
SCHUMANN: Die Verbreitung der *Cactaceae* im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung . . » 5.50

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 . . . . *M.* 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882—1897. Preis des Jahrganges . . *M.* 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.



Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1898.

Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Vierte Mittheilung . . . . M. 1.—
Fuchs: zur Theorie der Abel'schen Functionen . . . . " 0.50
Koenigsberger: über Lagrange'sche Gleichungen für Kräfte verschiedener Ordnung . . . . . " 0.50
Frobenius: über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen " 0.50
Harnack: über zwei von Grenfell und Hunt entdeckte und publicirte altchristliche Fragmente. " 0.50
Lüdeling: über die tägliche Variation des Erdmagnetismus an Polarstationen . . . . " 0.50
Judeich: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien . . . . " 1.—
Weber: vedische Beiträge. VII. . . . . " 1.—
Hiller von Gaertringen: über eine jüngst auf Rhodos gefundene Bleirolle, enthaltend den 80. Psalm " 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. IX. . . . . . " 0.50
Will: Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter . . . . . " 0.50
Lühe: Beiträge zur Helminthenfauna der Berberei . . . . " 0.50
Fränkel: eine Inschrift aus Argos . . . . " 0.50
Bekker: über die natürliche Beschaffenheit der Objecte unserer dinglichen Rechte . . . . . " 1.—
Klein: die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären . . . . . " 1.—
Schellwien: Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die karnischen Alpen und die Karawanken " 0.50
Rosenbusch: zur Deutung der Glaukophangesteine . . . . " 0.50
Vogel: über das Spectrum von α Aquilae und über die Bewegung des Sterns im Visionsradius . " 0.50
Koenigsberger: Entwickelungsform algebraischer Functionen . . . . " 0.50
Hartmann: über die Scale des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums . . . . " 0.50
Dümmler: über die Entstehung der Lorcher Fälschungen . . . . " 1.—
Ziebarth: neue attische Grenzsteine . . . . " 0.50
Wendland: ein Wort des Heraklit im Neuen Testament . . . . " 0.50
Klaatsch: die Intercellularstructuren an der Keimblase des *Amphioxus* . . . . " 0.50
van't Hoff und Williams: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. X. . . . . . . " 0.50
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XI. . . . . . " 0.50
Köhler: das asiatische Reich des Antigonos . . . . " 1.—
Diels: die Elegie des Poseidippos aus Theben . . . . " 0.50
Lohmann: die amtliche Handelstatistik Englands und Frankreichs im XVIII. Jahrhundert . . . " 2.—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

Paschen und Wanner: photometrische Messung der Emissionsfunction . . . . M. 0.50
Virchow: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung . . . . " 0.50
Salomon: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard . . . . . " 0.50
Leiss: Index- und Strahlenflächen . . . . " 0.50
Schwendener: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria* . . . " 0.50
Schwendener: über den Öffnungsmechanismus der Antheren . . . . " 0.50
Rosenbusch: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen . . . . . . " 0.50
Belck und Lehmann: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien . . . . " 0.50
Lipschitz: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken . . . . " 0.50
Hamburger: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung " 0.50
Harnack: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese . . . . " 1.—
Fuchs: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen . . . . " 0.50
Schulze: zur Histologie der Hexactinelliden . . . . " 0.50
Ludwig: Jugendformen von Ophiuren . . . . " 1.—
Lüdeling: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen . . . . " 0.50
Thilenius: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung der *Hatteria punctata* . " 0.50
Waldeyer: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre . . . . " 0.50
Vahlen: Bemerkungen zum Ennius . . . . " 0.50
Kekulé von Stradonitz: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen . " 0.50
von Bezold: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre . . . . . " 0.50
Joh. Schmidt: die elischen Verba auf -ειω und der urgriechische Declinationsablaut der Nomina auf -ευς " 0.50
Harnack: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28 . . . . " 0.50
Frobenius: über die Composition der Charaktere einer Gruppe . . . . " 0.50
Klein: optische Studien I. . . . . " 1.—
van't Hoff und Meyerhoffer: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. . . . . " 0.50
Lohmann: Auftrieb von Messina . . . . " 1.—
Paschen: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen " 0.50
Wilsing: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne . . . . " 0.50
Planck: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) . . . . " 2.—
Frobenius: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. . . . " 1.—
Sachau: Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene . . . . " 1.—
Hirschfeld: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus . . . . " 0.50
van't Hoff und Dawson: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. . . . . . . " 0.50
Heymons: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstheuschrecken . . . . " 0.50

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXI. XXXII.

22. 29. Juni 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.